ISSN 0376-477X

# 中華農業研究

第四十九卷　　第 二 期

## 目　次

栽培稻與野生稻種間雜種及回交後裔族群糙米性狀之遺傳研究
........................................李長沛 郭益全 吳詩都… 1
葉菜甘藷台農71號之育成........................賴永昌 利幸貞 陳一心…14
保健用藥用植物之重金屬元素分析
..............................劉新裕 朱戩良 林義恭 張同吳 王昭月…28
離群值鑑定方法應用於作物區域試驗穩定性分析之例釋............呂秀英…36
苦瓜果實構造及發育之研究—II苦瓜胚、種子和果實的發育
....................................張有明 鄭櫻慧 許華欣 黃鵬林…49
兩種檬果葉蟬之田間分布與藥劑防治..........................溫宏治…61
氣輔噴霧系統之模擬評估........................蔡致榮 梁連勝 陸龍虎…68
酸桔果肉種子分離機之研製...............黃禮棟 周廷弘 梁連勝 楊智凱…88
台灣薊馬之種類(5)..........................................王清玲…94

中華民國八十九年六月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 1～13 (2000)

# 栽培稻(*Oryza sativa*)與野生稻(*O. nivara*)種間雜種及回交後裔族群糙米性狀之遺傳研究[1]

李長沛[2] 郭益全[2] 吳詩都[3]

**摘要**：野生稻*O. nivara* (IRGC Acc.104705)穀粒細長具褐色種皮爲貢獻親，中國型稻臺稉1號(TK1)及臺農67號(TNG67)穀粒短圓爲輪迴親行雜交及回交，由各所得之$F_1$、$F_2$、$BC_1F_1$、$BC_1F_2$、$BC_2F_1$、$BC_2F_2$、$BC_3F_1$、$BC_3F_2$族群爲材料探討糙米種皮顏色、粒長、粒寬及粒形等性狀的遺傳及育種行爲。結果顯示：野生稻之褐色種皮爲單一顯性基因所控制，且與其他三個糙米性狀無連鎖關係。兩組合$F_1$之粒長具部份顯性，$F_2$超親分離者少。回交後代族群明顯集中且偏向輪迴親本，但恢復輪迴親本的程度因組合不同而有所差異。粒寬則僅TK1 X *O. nivara*具雜種優勢，但$F_2$兩雜交組合均有超親分離現象；回交後代在TNG67 X *O. nivara*之粒寬變異均大於TK1 X *O. nivara*。兩組合$F_1$之粒形均屬中粒形，顯隱性作用不明顯，$F_2$無超親分離，回交後代TK1 X *O. nivara*粒形之頻度分布較爲集中。$F_2$及各回交世代之粒長、粒寬及粒形等性狀之平均皆低於$F_1$，顯示此三性狀基因累加性效應高。粒長、粒寬及粒形等三性狀於早期世代$F_2$及$BC_1F_2$的廣義遺傳率較高，呈現回交次數增加而遺傳率減少的趨勢，但TNG67 X *O. nivara*之粒寬於$BC_3F_2$世代，其廣義遺傳率仍高。在各$F_2$世代粒形與粒長呈正相關，而與粒寬呈負相關；粒長與粒寬於早期世代$F_2$及$BC_1F_2$無顯著相關性，於$BC_3F_2$呈正相關。

**關鍵詞**：栽培稻、野生稻、種間雜交、回交、糙米性狀。

## 前　言

野生稻種原在稻育種上的利用，以轉移其抗病蟲害的特性至栽培稻爲主要目標，且已有許多成功的例子[17,21,22]。近年來野生種原於數量性狀上的應用漸受重視，導入野生種原之數量性狀的研究也相當多[30,31,33,36]。由於種間雜種$F_2$族群均質性不高、或與不良性狀強烈連鎖及雜種的不稔等現象[9,33]，連續回交被認爲是改進此種困境的有效方法[17,20,21,22,32]。

稻屬約有20個野生稻種[12]，具有多種不同的染色體組，大多數野生稻種均被認爲具有被用爲品種改良的潛力[35]。在野生稻種原中，一年生野生稻種*O. nivara*其型態上與栽培稻最爲近似[1,11,27]。加上*O. nivara*與栽培稻種有相似的A染色體組（A-genome），兩者雜交容易成功，雜種$F_1$植株大多生育正常[8,14,15,28]，且具抗多種病蟲害的特性[16,23]，是爲擴大栽培稻遺傳變異的一重要種原。

1. 行政院農業委員會農業試驗所 研究報告第2020號。
2. 本所農藝系助理、研究員。台灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。台灣省　台中市。

野生稻種一般均具有色之種皮，且米粒大小依稻種的不同有很大差異，而*O. nivara*為各野生稻種中穀粒較大者，粒形也較細長[1]。有關穀粒性狀的遺傳及育種行為，在栽培稻間之研究已很多[3,4,5,6,7,13,19,24,29,32]，但以往栽培稻與野生稻雜交之研究，一般均以探討抗病蟲害等主效基因為主，而穀粒性狀甚少被提及。

為擴大臺灣栽培品種的遺傳歧異性，本所持續探討野生稻種*O. nivara*與栽培品種雜交後裔之遺傳行為。前報[2]已討論栽培品種與野生稻*O. nivara*雜交及經多次回交的後裔族群產量性狀之表現，本文針對栽培稻與*O. nivara*種間雜交及多次回交後代之糙米顏色、粒長、粒寬、粒形加以探討，併為轉移野生稻有利基因至栽培稻時之參考。

## 材料與方法

本試驗所選用之稉型栽培稻為臺灣育成之臺農67號(TNG67)及臺稉1號(TK1)，其中臺農67號為目前栽培面積最廣的品種，臺稉1號則為早熟品種中推廣面積最多的品種，兩品種均為穀粒短圓形及白色種皮。野生稻為*O. nivara* (Acc.104705)，原產於印度，穀粒細長具褐色種皮，以*O. nivara*為貢獻親。試驗材料之建立與繁殖如前報所述[2]。兩個雜交組合各得$F_1$、$F_2$、$BC_1F_1$、$BC_1F_2$、$BC_2F_1$、$BC_2F_2$、$BC_3F_1$及$BC_3F_2$等族群。收穫去殼後，檢視種皮的顏色(seed coat color)，分為無色(白色)及有色(淡褐色至深褐色)種皮，計算各族群的分離比。又從各株逢機選取10粒糙米，以投影方式，測量糙米粒長（brown rice length）及粒寬（brown rice width），分別求其平均值，以公厘(mm)表示，並以各米粒間的長寬比表示粒形(length–width ratio; shape)。計算各$F_2$族群粒長、粒寬及粒形的廣義遺傳率及外表型之相關，並做頻度分佈圖以探討糙米性狀在不同回交世代之變異情形。

## 結　果

### 一、種皮顏色之遺傳及其與糙米大小之相關性

如前述兩栽培品種TNG67、TK1的種皮均為白色，野生稻*O. nivara*為褐色。TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara*兩組合雜種$F_1$均呈褐色，$F_2$呈3褐色:1白色，$BC_1F_1$呈1褐色:1白色之分離比(表1)。顯示野生稻之褐色種皮對栽培稻具有完全顯性的作用，且為單一基因所控制。

**表1.** 栽培稻與野生稻雜交組合各族群種皮顏色之分離比

**Table 1.** Segregation ratio for lemma coloration in cultivated and wild rice crosses

| Cross | Generation | Observed number: Brown | White | Total | Segregation ratio | $\chi^2$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TNG67 X *O. nivara* | $F_1$ | 55 | 0 | 55 | | | |
| | $F_2$ | 216 | 76 | 292 | 3:1 | 0.685 | 0.7 - 0.8 |
| | $BC_1F_1$ | 25 | 39 | 64 | 1:1 | 0.080 | 0.7 - 0.8 |
| TK1 X *O. nivara* | $F_1$ | 36 | 0 | 36 | | | |
| | $F_2$ | 235 | 65 | 300 | 3:1 | 0.182 | 0.5 - 0.7 |
| | $BC_1F_1$ | 35 | 45 | 80 | 1:1 | 0.264 | 0.5 - 0.7 |

野生稻之褐色種皮是否與糙米之粒長、粒寬或粒形具相關性而造成育種選拔時的障礙，於$F_2$族群分別就褐色與白色種皮之粒長、粒寬與粒形的分布來加以探討，所得結果說明如下。就粒長而言，TNG67 X *O. nivara*褐色種皮族群中粒長於5.55mm~5.80mm之間的個體最多，而白色種皮之族群則於

5.30mm~5.55mm之間最多，但兩族群的平均粒長並無顯著的差異。TK1 X *O. nivara*則褐色種皮與白色種皮族群分布趨勢較為一致，兩族群之眾量均在5.55mm~5.80mm之間，平均值也無顯著的差異(表2)。就粒寬而言，兩組合及其族群內褐色種皮與白色種皮之粒寬分布的趨勢則相當一致，眾量均在2.20mm~2.35mm之間，平均值相近(表2)。在粒形方面，兩組合其族群內褐色種皮與白色種皮的分布一致，平均值也無顯著的差異(表2)。但兩組合間則略有差異，TNG67 X *O. nivara*之褐色種皮與白色種皮之眾量在2.3-2.5之間，TK1 X *O. nivara*則在2.5-2.7之間(表2)。由以上結果說明不論種皮是否有顏色，兩雜交組合雖因栽培親本的不同，其糙米之粒長、粒寬或粒形的分布略有差異，但各雜交組合族群內褐色種皮與白色種皮的粒長、粒寬或粒形的分布相似，且平均值也無顯著差異。

**表2.** 栽培稻與野生稻雜種$F_2$不同糙米顏色之粒長、粒寬及粒形之頻度分布及其相關性

**Table 2.** Variations of $F_2$ brown rice dimension for lemma coloration in the cultivated and wild rice crosses

| Crosses and lemma color | Minpoint of class | | | | | | | Mean | L.S.D. (0.05) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Brown rice length(mm) | | | | | | | | |
| | ~4.8 | 5.05 | 5.30 | 5.55 | 5.80 | 6.05 | 6.30 | | |
| TNG67 X *O. nivara* | | | | | | | | | |
| Brown | 8 | 14 | 56 | 83 | 35 | 14 | 6 | 5.51 | $0.088^{ns}$ |
| White | 3 | 8 | 24 | 18 | 14 | 8 | 1 | 5.48 | |
| TK1 X *O. nivara* | | | | | | | | | |
| Brown | 1 | 9 | 45 | 61 | 76 | 30 | 13 | 5.66 | $0.084^{ns}$ |
| White | 1 | 3 | 15 | 14 | 18 | 11 | 3 | 5.64 | |
| | Brown rice length(mm) | | | | | | | | |
| | ~1.9 | 2.05 | 2.20 | 2.35 | 2.50 | 2.65 | 2.80 | | |
| TNG67 X *O. nivara* | | | | | | | | | |
| Brown | 0 | 5 | 40 | 96 | 51 | 21 | 3 | 2.38 | $0.043^{ns}$ |
| White | 4 | 5 | 12 | 28 | 18 | 6 | 3 | 2.36 | |
| TK1 X *O. nivara* | | | | | | | | | |
| Brown | 1 | 20 | 41 | 126 | 32 | 15 | | 2.33 | $0.041^{ns}$ |
| White | 1 | 5 | 9 | 35 | 7 | 8 | | 2.35 | |
| | Brown rice length(mm) | | | | | | | | |
| | ~1.9 | 2.05 | 2.20 | 2.35 | 2.50 | 2.65 | 2.80 | | |
| TNG67 X *O. nivara* | | | | | | | | | |
| Brown | 8 | 42 | 83 | 65 | 17 | 0 | 1 | 2.33 | $0.057^{ns}$ |
| White | 4 | 17 | 27 | 16 | 8 | 2 | 2 | 2.35 | |
| TK1 X *O. nivara* | | | | | | | | | |
| Brown | | 6 | 74 | 84 | 57 | 12 | 2 | 2.45 | $0.054^{ns}$ |
| White | 1 | 6 | 15 | 26 | 15 | 1 | 1 | 2.43 | |

## 二、各世代糙米粒長之變異

一般栽培品種中，粒長因品種群而有所不同，秈稻粒長均長於稉稻。兩稉稻親本TNG67及TK1，分別為4.72mm及5.10mm，野生稻親本*O. nivara*則有類似秈型稻粒長較長的表現，為6.67mm。TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara*兩雜交組合$F_1$之粒長，分別為5.82mm及6.12mm高於兩親之平均值(5.4mm、5.95mm)，而介於野生稻之間(表3)，顯示野生稻之粒長對栽培稻具有部份顯性的作用。

表3. 栽培稻與野生稻雜組合各族群及其親本糙米性狀之平均值

**Table 3.** Mean values of brown rice dimension in the various populations of cultivated and wild rice crosses and their parents

| Generation | Brown rice length | | Brown rice width | | Brown rice shape | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TNG67 X *O. nivara* | TK1 X *O. nivara* | TNG67 X *O. nivara* | TK1 X *O. nivara* | TNG67 X *O. nivara* | TK1 X *O. nivara* |
| | Mean ± sd | Mean ± sd | Mean ± sd | Mean ± sd | Mean ± sd | Mean ± sd |
| $P_1$ | 4.72 ± 0.12 gh | 5.10 ± 0.08 g | 2.90 ± 0.09 a | 2.70 ± 0.08 bc | 1.63 ± 0.04 g | 1.89 ± 0.06 f |
| $P_2$ | 6.67 ± 0.18 a | 6.67 ± 0.18 a | 2.18 ± 0.09 e | 2.18 ± 0.09 g | 3.09 ± 0.12 a | 3.09 ± 0.12 a |
| $F_1$ | 5.82 ± 0.13 b | 6.12 ± 0.10 b | 2.56 ± 0.06 c | 2.56 ± 0.07 d | 2.28 ± 0.06 c | 2.40 ± 0.07 b |
| $F_2$ | 5.50 ± 0.30 c | 5.66 ± 0.30 c | 2.38 ± 0.16 d | 2.33 ± 0.15 f | 2.34 ± 0.21 b | 2.45 ± 0.20 b |
| $BC_1F_1$ | 5.18 ± 0.25 d | 5.38 ± 0.27 d | 2.63 ± 0.15 b | 2.54 ± 0.14 d | 1.98 ± 0.14 d | 2.13 ± 0.16 c |
| $BC_1F_2$ | 4.99 ± 0.23 e | 5.21 ± 0.26 ef | 2.52 ± 0.14 c | 2.47 ± 0.14 e | 1.99 ± 0.15 d | 2.12 ± 0.18 c |
| $BC_2F_1$ | 4.82 ± 0.21 f | 5.20 ± 0.31 ef | 2.67 ± 0.13 b | 2.53 ± 0.12 d | 1.81 ± 0.14 f | 2.07 ± 0.16 d |
| $BC_2F_2$ | 4.77 ± 0.17 gf | 5.24 ± 0.13 ef | 2.51 ± 0.12 c | 2.67 ± 0.08 c | 1.91 ± 0.12 e | 1.97 ± 0.07 e |
| $BC_3F_1$ | 4.68 ± 0.13 h | 5.18 ± 0.12 f | 2.65 ± 0.10 b | 2.73 ± 0.09 b | 1.77 ± 0.10 f | 1.91 ± 0.07 f |
| $BC_3F_2$ | 4.66 ± 0.18 h | 5.30 ± 0.17 e | 2.65 ± 0.15 b | 2.80 ± 0.10 a | 1.77 ± 0.10 f | 1.90 ± 0.07 f |

$P_1$ is a cultivated variety, the recurrent parent; $P_2$ is a wild rice *O. nivara* (Acc.104705)

Means with the same letter are not significantly different at 0.05 level.

比較各$F_1$及$F_2$世代的變異得知，兩組合於$F_1$世代平均粒長均有高於其他世代的表現(表3)，顯示野生稻的表現因自交或回交而減少，是為基因累加性作用之結果。表3結果也顯示，兩雜交組合粒長之平均在早期世代($F_1$、$F_2$、$BC_1F_1$、$BC_1F_2$)與其親本有顯著的差異，且早期世代彼此間的差異也顯著。在高次回交世代中TNG67 X *O. nivara*於$BC_2F_2$開始與輪迴親本TNG67無顯著的差異，但在TK1 X *O. nivara*於$BC_3F_2$粒長仍長於輪迴親本TK1。

表4. 栽培稻與野生稻雜交組合各族群糙米粒長之歪度與峰度

**Table 4.** The skewness($g_1$) and kurtosis($g_2$) of brown rice length in the various populations of cultivated and wild rice crosses

| Generation | TNG67 X *O. nivara* | | TK1 X *O. nivara* | |
|---|---|---|---|---|
| | Skewness | Kurtosis | Skewness | Kurtosis |
| $F_2$ | 0.116 | 0.068 | 0.013 | -0.194 |
| $BC_1F_1$ | 0.388 | 0.345 | 0.044 | -0.649** |
| $BC_1F_2$ | -0.257 | 0.217 | -0.024 | 0.348 |
| $BC_2F_1$ | 0.340 | -0.668 | 0.719 | 1.921** |
| $BC_2F_2$ | -0.254 | -0.504 | 0.095 | -0.060 |
| $BC_3F_1$ | -0.029 | -0.735 | -0.085 | -0.286 |
| $BC_3F_2$ | -0.006 | -0.902** | -0.209 | -0.175 |

** : $|g_1 / SEg_1| > 1.96$ ; $|g_2 / SEg_2| > 1.96$.

由表4各族群頻度分佈的歪度及峰度的顯著性測驗得知，各世代均無偏歪之表現；各族群分佈集中的情形，除TNG67 X *O. nivara*之$BC_3F_2$及TK1 X *O. nivara*之$BC_1F_1$、$BC_2F_1$少數世代有顯著的高峰外，其餘世代均為常態的峰度，說明各族群內個體的分布均以其平均值為中心而左右對稱分佈，栽培稻與野生稻*O. nivara*雜交組合粒長之遺傳機制，呈典型的多基因所控制之數量性狀表現，且基因的累加性作用頗大。由圖1各族群頻度分布之結果，$F_2$族群僅極少數個體呈超親分離，顯示基因間的交互作用程度不高。各回交$F_1$、$F_2$世代雖然大都呈左右對稱分佈，但整個族群及其平均粒長依回交次數的

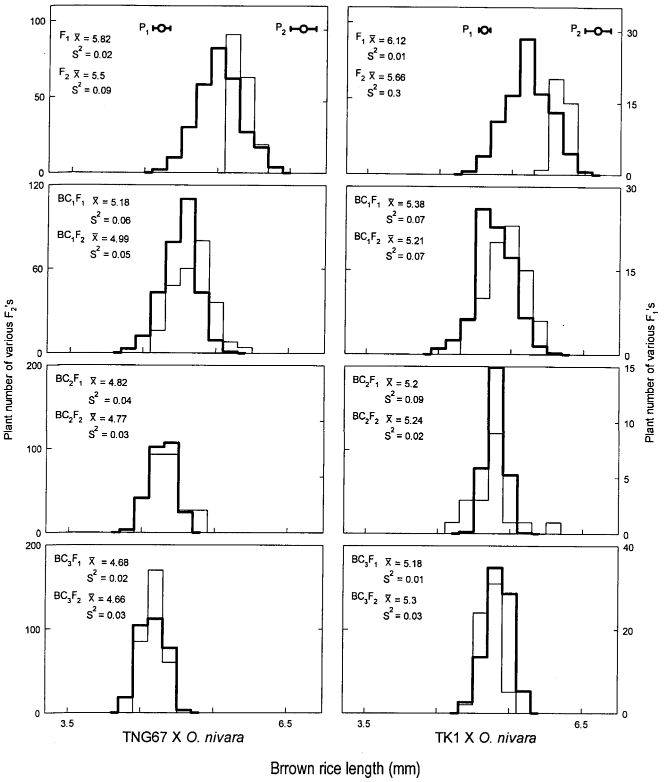



**圖1.** 栽培稻與野生稻雜交及回交各$F_1$及$F_2$族群糙米粒長之頻度分佈。

**Fig. 1.** Distribution of brown rice length for the populations of the various $F_1$'s, $F_2$'s and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

$P_1$ is a cultivated variety, the recurrent parent.

$P_2$ is a wild rice, *O. nivara* (Acc. 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines —— indicates various $F_1$'s, —— indicates various $F_2$'s.

增加，逐漸偏向輪迴親本，除一次回交的後代變異性較高外，在二、三次回交世代中，族群的頻度已呈顯相當集中，TNG67 X *O. nivara*族群中大多數個體分佈在4mm ~ 5mm之間，而TK1 X *O. nivara*則分佈在5mm ~ 6mm之間，顯示回交的效果頗爲明顯。

## 三、各世代糙米粒寬之變異

輪迴親本TNG67及TK1粒寬分別爲2.90mm及2.70mm，野生稻親本*O. nivara*則爲2.18mm。兩種間雜交組合$F_1$之粒寬均爲2.56mm，顯示TK1 X *O. nivara*組合，偏向栽培親本的部份顯性作用，而TNG67 X *O. nivara*組合則表現出接近兩親平均值(2.54mm)的累加性作用(表3)。

由表3得知，兩雜交組合$F_2$族群平均粒寬相當近似，且均低於$F_1$，偏向野生稻親本，顯示部份顯性的表現因自交而衰退，顯示出累加性基因作用之結果。各回交世代的表現，TNG67 X *O. nivara*中除$BC_1F_2$、$BC_2F_2$之平均粒寬較窄外，其餘回交世代之粒寬均頗爲相近，且各世代之平均粒寬均仍低於輪

迴親本。而TK1 X *O. nivara*則除$BC_1F_1$、$BC_2F_1$世代間平均粒寬相近外，其餘各回交世代的差異較大，至$BC_3F_1$其粒寬已接近輪迴親本，$BC_3F_2$之平均粒寬則超越輪迴親本。

兩組合$F_2$族群的分佈，無明顯偏歪之表現(表5)，說明兩雜交組合$F_2$呈左右對稱之連續性分布，爲典型的多基因所控制之數量性狀表現。回交世代中在TNG67 X *O. nivara*也均呈無偏歪且常態的峰度表現，基因的累加性作用頗爲明顯，證之於表3各回交世代平均粒寬的差異較小，且圖2中的各回交世代變異仍高，回交世代偏向輪迴親本的程度相對的降低，可知TNG67 X *O. nivara*組合作用於粒寬的基因數眾多，致使回交的效果並不明顯。而TK1 X *O. nivara*於$BC_1F_2$及$BC_3F_2$呈負偏歪的表現，顯示在此組合中因選拔用以回交的個體，顯性作用程度較高或累加性作用程度不等所造成。

表5. 栽培稻與野生稻雜交組合各族群糙米粒寬之歪度與峰度

**Table 5.** The skewness($g_1$) and kurtosis($g_2$) of brown rice width in the various populations of cultivated and wild rice crosses

| Generation | TNG67 X *O. nivara* | | TK1 X *O. nivara* | |
|---|---|---|---|---|
| | Skewness | Kurtosis | Skewness | Kurtosis |
| $F_2$ | -0.142 | 0.940** | -0.110 | 0.382 |
| $BC_1F_1$ | 0.051 | -0.252 | 0.461 | -0.221 |
| $BC_1F_2$ | -0.040 | 0.094 | -1.421** | 8.121** |
| $BC_2F_1$ | 0.369 | -1.135 | -0.788 | 2.030** |
| $BC_2F_2$ | 0.226 | -0.356 | 0.036 | -0.507 |
| $BC_3F_1$ | -0.101 | -1.034 | -0.054 | -0.840 |
| $BC_3F_2$ | 0.103 | -0.440 | -0.391** | -0.014 |

** : $| g_1 / SEg_1 | >1.96$ ; $| g_2 / SEg_2 | >1.96$.

$F_2$族群分佈的高峰均偏向野生稻親本平均向兩側分佈，有部分個體較野生稻親本(小親本)略窄(圖2)，而呈超親分離的表現，顯示兩種間雜交組合之粒寬除顯性及累加性之作用外，也存在著基因間的交互作用。

## 四、各世代粒形之變異

糙米粒形在國際稻米研究所的分類標準，依長寬比分爲三類，大於3.0者爲細長形(slender)，小於2.0者爲寬粒形(bold)，介於2.1 ~ 3.0者爲中粒形(medium)[18]。由表3可以看出TNG67與TK1兩栽培親本均屬寬粒形，分別爲1.63及1.89，野生稻親本*O. nivara*爲3.09屬細長形，而TNG67 X *O. nivara*與TK1 X *O. nivara*兩組合$F_1$之粒形接近兩親的平均值，分別爲2.28及2.40，均屬中粒形，基因之作用爲累加性。$F_2$族群粒形的變域介於兩親本之間，無超親分離表現，平均粒形小於$F_1$，顯示出累加性基因作用之結果。各回交世代糙米平均之粒形，TNG67 X *O. nivara*均小於2.0，且大於其輪迴親本TNG67；而TK1 X *O. nivara*至$BC_2F_2$世代方低於2.0，但已接近輪迴親本，回交的效果在TK1 X *O. nivara*較爲顯著。

由表6各族群頻度分布之峰度與歪度顯著性測驗得知，TNG67 X *O. nivara*各世代均無明顯之高峰與偏歪分布，說明其雜種族群或回交後代族群均自其平均值對稱分布於兩側，顯示該組合控制粒形的基因數多且累加性作用明顯，導致回交的效果並不顯著。而TK1 X *O. nivara*於$F_2$及$BC_1F_2$有明顯高峰與右偏歪分布，$BC_2F_1$有顯著的高峰，至$BC_3F_2$則呈平峰的表現，其餘各族群則成對稱的分布，顯示在此組合中除顯性作用外，選拔用以回交的個體，顯性作用程度較高或累加性作用程度不等造成高峰與右偏歪分布。

由圖3族群的頻度分得知，於$F_2$世代TNG67 X *O. nivara*除少數個體分佈於2.0以下呈寬粒形外，

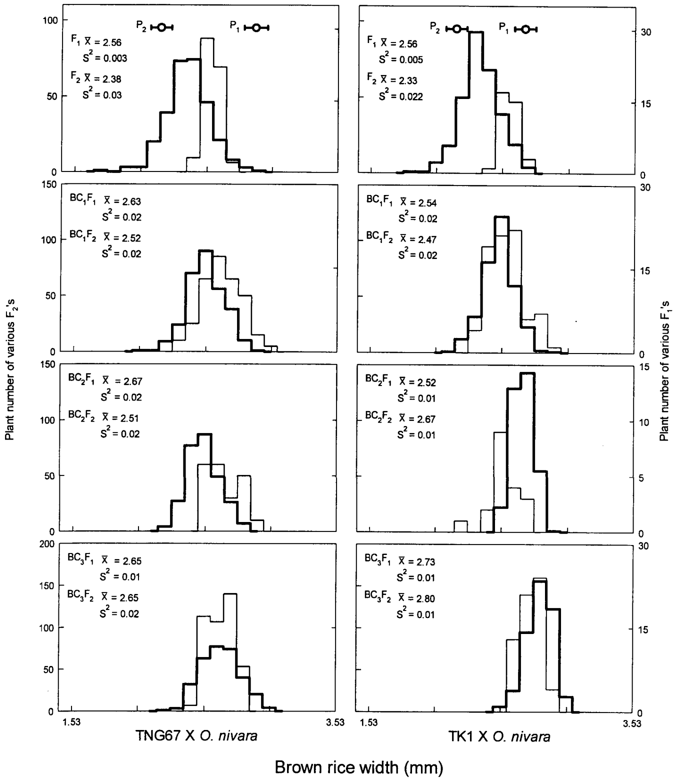



圖2. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 $F_1$ 及 $F_2$ 族群糙米粒寬之頻度分佈。

**Fig. 2.** Distribution of brown rice width for the populations of the various $F_1$'s, $F_2$'s and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

$P_1$ is a cultivated variety, the recurrent parent.

$P_2$ is a wild rice, *O. nivara* (Acc. 104705).

Symbol (⊢O⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines —— indicates various $F_1$'s, —— indicates various $F_2$'s.

表6. 栽培稻與野生稻雜交組合各族群糙米粒形之歪度與峰度

**Table 6.** The skewness($g_1$) and kurtosis($g_2$) of brown rice width in the various populations of cultivated and wild rice crosses

| Generation | TNG67 X *O. nivara* | | TK1 X *O. nivara* | |
|---|---|---|---|---|
| | Skewness | Kurtosis | Skewness | Kurtosis |
| $F_2$ | 0.273 | 0.251 | 0.401** | 0.764** |
| $BC_1F_1$ | 0.300 | 0.279 | 0.227 | -0.439 |
| $BC_1F_2$ | 0.081 | -0.001 | 2.767** | 20.277** |
| $BC_2F_1$ | 0.047 | -0.682 | 0.786 | 2.028** |
| $BC_2F_2$ | -0.105 | -0.374 | -0.063 | -0.059 |
| $BC_3F_1$ | 0.066 | -0.672 | 0.142 | -0.537 |
| $BC_3F_2$ | -0.089 | 0.337 | 0.100 | -0.683** |

** : $| g_1 / SEg_1 | > 1.96$ ; $| g_2 / SEg_2 | > 1.96$.

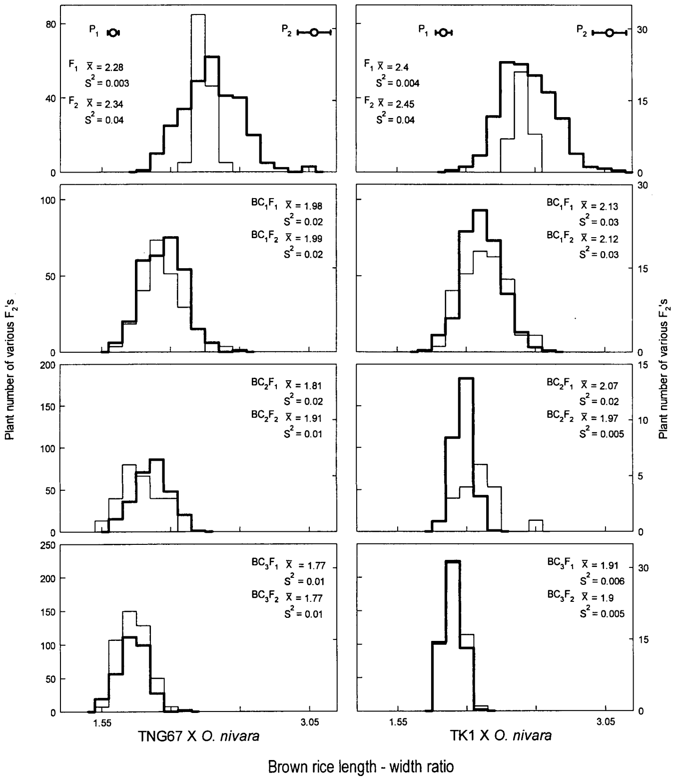



圖3. 栽培稻與野生稻雜交及回交各$F_1$及$F_2$族群糙米粒形之頻度分佈。

**Fig. 3.** Distribution of brown rice length-width ratio for the populations of the various $F_1$'s, $F_2$'s and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

$P_1$ is a cultivated variety, the recurrent parent.

$P_2$ is a wild rice, *O. nivara* (Acc. 104705).

Symbol (├○┤) indicates parental means with standard deviation.

Lines —— indicates various $F_1$'s, —— indicates various $F_2$'s.

大多數個體則屬中粒形。TK1 X *O. nivara*組合大多數個體均介於2.0 ~ 3.0之間，屬於中粒形。依回交次數的增加，兩雜交組合之粒形逐漸變小，族群內中粒形的個體逐漸減少，TNG67 X *O. nivara*至$BC_2F_1$、$BC_2F_2$有多數個體之長寬比均小於2.0，呈寬粒形之表現，但族群的變異仍高。TK1 X *O. nivara*則在二、三次回交世代中，族群的變異性明顯縮小，至$BC_3F_1$、$BC_3F_2$中粒形的個體明顯減少，且族群中多數個體類似於輪迴親本的寬粒形，也顯示其明顯的回交效果。

## 五、糙米外表性狀之廣義遺傳率及表現型相關

由表7之結果顯示，由於TNG67 X *O. nivara*與TK1 X *O. nivara*兩組合之粒長、粒寬及粒形在早期世代$F_2$及$BC_1F_2$有較高的變異性，因而兩組合$F_2$世代糙米性狀之遺傳率均高(69% ~ 85%)，且高於各回交世代，而$BC_1F_2$也均高於50%。經二次回交由於族群逐漸偏向輪迴親本，個體間的差異逐漸縮小，所以遺傳變方也隨之減少，遺傳率有遞減的趨勢。但至$BC_3F_2$除TNG67 X *O. nivara*粒形之遺傳率低於$BC_2F_2$外，粒長、粒寬的遺傳率則略高於$BC_2F_2$的表現。由於TNG67 X *O. nivara*之粒寬及粒形在各回交

表7. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 $F_2$ 族群之遺傳率

**Table 7.** The heritabilities(%)of various $F_2$ populations in cultivated X wild rice crosses

| | TNG67 X *O. nivara* | | | TK1 X *O. nivara* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Generation | Grain length | Grain width | Grain shape | Grain length | Grain width | Grain shape |
| $F_2$ | 78 | 74 | 85 | 82 | 69 | 81 |
| $BC_1F_2$ | 53 | 64 | 69 | 74 | 66 | 77 |
| $BC_2F_2$ | 17 | 54 | 54 | _$^z$ | 10 | _ |
| $BC_3F_2$ | 27 | 68 | 32 | 43 | 36 | _ |

$^z$: Not recorded.

世代仍有較高的變異性，因而遺傳率仍高，尤其各回交世代粒寬的遺傳率均高於50%，於 $BC_3F_2$ 仍高達68%。說明種間雜種組合即使在回交三次的後代中粒寬及粒形仍具頗高的遺傳變異。

由表8糙米之粒長、粒寬及粒形間的相關性得知，粒長與粒形成正相關，而粒寬與粒形呈負相關，且隨回世代之增進彼此間的相關係數有減低的趨勢，也間接說明族群的均一性有逐漸增高的表現。粒長與粒寬於早期世代 $F_2$ 及 $BC_1F_2$ 無顯著的相關，顯示早期世代兩雜交組合粒長與粒寬的分離具獨立性的表現，至 $BC_3F_2$ 則均成顯著的正相關，顯示回交次數越多，呈現粒長越長者則其粒寬也越寬的表現。

表8. 栽培稻與野生稻雜交組合粒長、粒寬及粒形之表現型相關

**Table 8.** The phenotypic correlations between grain length and grain width, and grain shape in cultivated and wild rice crosses

| | | TNG67 X *O. nivara* | | TK1 X *O. nivara* | |
|---|---|---|---|---|---|
| Trait | Generation | Grain width | Grain shape | Grain width | Grain shape |
| Grain length | $F_2$ | .037 | .588** | .090 | .595** |
| | $BC_1F_2$ | -.065 | .655** | .021 | .583** |
| | $BC_2F_2$ | -.128* | .654** | .143** | .516** |
| | $BC_3F_2$ | .309** | .381** | .530** | .373** |
| Grain width | $F_2$ | | -.778** | | -.711** |
| | $BC_1F_2$ | | -.588** | | -.745** |
| | $BC_2F_2$ | | -.831** | | -.623** |
| | $BC_3F_2$ | | -.758** | | -.454** |

** and * denote significance at 1% and 5% level, respectively.

## 討　論

綜合以往的研究指出，栽培稻與野生稻 *O. rufipogon* 雜種 $F_1$ 的表現，大多偏向於野生稻性狀。$F_2$ 世代一些質的性狀如植株各部位的顏色，均爲單基因所控制且野生型具有顯性的作用(25)。本試驗中野生稻親本 *O. nivara*(一年生型之 *O. rufipogon*)具有的褐色種皮相對於白色爲一顯性基因所控制，也驗證了此一事實。一般植株各部分呈現的顏色常與其他性狀有部分連鎖的表現，試驗中由 $F_2$ 族群糙米粒長、粒寬及粒形的分布並不因種皮顏色之不同而有所差異，因此可推論在雜交後代選拔可選拔無色種皮及不同粒形之後代。

就數量性狀表現而言，種間雜交組合於 $F_1$ 也有偏向野生稻的表現(25)，而本試驗之TK1 X *O. nivara*、TNG67 X *O. nivara* 兩組合的糙米之粒長、粒寬及粒形介於栽培稻與野生稻之間，且接近兩親

之中間值，並無明顯偏向野生稻親本的表現。而種間雜交雜種$F_2$族群在數量性狀的表現，一般則介於栽培稻與野生稻之間[25]；也有多數學者認爲種間雜交因兩親基因型的同質性不高，$F_2$有一親基因較期望值多，致發生異常分離的現象[9,26]。張[4]以長粒形與中粒形品種雜交所得$F_2$之粒長及粒寬成常態分布，超越高親本者少。本試驗兩個雜交組合$F_2$族群的分布，除在粒寬有明顯超親分離、族群分布的高峰偏向野生稻親本外，在粒長及粒形兩性狀均介於兩親本之間，且族群的平均也接近兩親的中間值，無偏向任一親本的表現，說明種間雜交$F_2$異常分離因調查之性狀或雜交親本之不同而有差異。

雖然穀粒性狀粒長、粒寬及粒形彼此間往往具有相關性，但它們的遺傳行爲則被認爲是獨立的[13,34]。有關粒長之遺傳假說由單基因、雙基因等質的性狀，到多基因數量性狀皆有[6,13]。試驗中兩種間雜交組合$F_2$族群粒長成連續性的無偏歪分布，表現出典型多基因控制的數量性狀。

本試驗兩個種間雜交組合的表現，野生稻*O. nivara*有類似印度型稻的長粒表現，與兩日本型稻品種雜交，由早期世代$F_1$，$F_2$粒長略高或接近於兩親之中間值，可知野生稻之粒長對栽培稻具有部分顯性，既種間雜交組合長粒對短粒具有不完全顯性的作用，此結果與Tomar and Nanda[34]研究栽培稻品種間所得長粒對短粒具有顯性效應結果不同，但與多數學者[3,5,6]認爲短粒對長粒爲不完全顯性的結果類似。從雜種或回交後裔族群頻度分布無偏歪且僅少數世代有明顯高峰分布的表現，說明微效基因累加性作用或影響粒長的基因群數爲數眾多所致，但由回交世代族群中多數個體之粒長偏向栽培稻且頻度集中的表現，推論粒長雖爲多基因控制的數量性狀，其作用的基因群數較少，且容易被固定。在栽培品種間粒長的表現也認爲係受累加性與顯性效應支配，且有遺傳基因之各類交感作用，一般認爲基因群數在1-3群之間[3,5,6]。

就粒寬及粒形(長寬比)而言，試驗中兩種間雜交組合$F_1$具部分顯性的作用，$F_2$族群之分布亦成連續性之分布，爲典型數量基因控制之表現，此結果與栽培稻的表現類似[4,5,6,13,19,24]。兩組合$F_2$粒寬的表現，其頻度分佈尚稱對稱，但族群的分佈則偏向野生稻親本(小親本)。因而推測窄粒對寬粒者有部分顯性作用，且多數回交世代的族群均呈無偏歪且常態的峰度，說明基因之加性作用成份居高，也與栽培稻的表現近似或相同[3,5,7]。但兩組合$F_2$粒形的表現有較大的差異，TK1 X *O. nivara*組合呈高峰且偏歪的分佈，顯性等位基因呈不等潛勢與不等之加性作用，使得$F_2$分布呈近似常態之高峰連續與負歪度分布。而TNG67 X *O. nivara*組合則呈常態分佈，累加性的表現明顯。學者們指出栽培品種間粒形遺傳的表現，部分係由基因之加性與顯作用所控制，且基因之加性作用成份居高，並有若干程度之遺傳基因的交感作用存在[3,5,7]。但本試驗中除粒寬成超親分離，存在有基因間的交感作用外，粒長與粒形的基因間的交感作用較不明顯。

試驗中兩雜交組合$F_2$世代糙米性狀之遺傳率69% ~ 85%，雖不及曾[3]、Jennings *et al.*[19]、郭與劉[5]及McKenzie and Rutger[24]等學者研究品種間所得傳率極高之表現，但仍類似或高於Somrirth *et al.*[29]及Chang and Li[13]所得之結果，又從回交世代的遺傳率雖均低於$F_2$所得遺傳率表現，於$BC_1F_2$均高於50%，尤其TNG67 X *O. nivara*之粒寬於$BC_3F_2$仍高達68%，可知回交世代個體間的差異雖逐漸縮小，但遺傳變異仍高。

就糙米之粒長、粒寬及粒形間的相關性而言，粒長與粒形在各世代呈正相關，而粒寬與粒形呈負相關。粒長與粒寬於早期世代$F_2$及$BC_1F_2$無顯著的相關性。顯然粒長與粒寬種間雜交組合於早期世代$F_2$及$BC_1F_2$有別於栽培品種間米粒較長則米粒亦較寬，長寬比也大的表現[5]，但至$BC_3F_2$則粒長與粒寬呈顯著的正相關，近似於品種間的表現[5]，可說明於回交三次的後代其族群已相當類似於栽培稻。郭與劉[5]指出由於長寬比屬導出性狀，有較高之遺傳率，但在實際進行目標粒形選拔時，可能以其他較易掌握(與長寬比對照)之其他穀粒性狀或全部爲指標作爲考慮，即可能滿足吾人之育種目標。

綜合本試驗之結果，栽培稻與野生稻*O. nivara*種間雜交組合，其粒長、粒寬及粒形的遺傳表現與

品種間的表現類似。於栽培稻的研究上Jennings *et al.*[19]提出粒形與粒長雖為數量遺傳，但這些性狀固定極早，應於早期世代選拔。郭與劉[5]也認爲在粒長、粒寬及粒形，如果在$F_2$集團選不到合意者，則在$F_3$世代也不可能發現理想的單株，應放棄這些材料，及早另作打算。由此可知種間雜交組合若僅針對穀粒性狀進行選拔，應於$F_2$世代進行選拔較具效果。但岡[10]認爲遠緣雜交，在早世代因不稔性基因的作用，導致分離異常而不利於選拔工作之進行。Tanksley and Nelson[32]也指出種間雜交早期世代($BC_1F_1$，$F_2$)族群，因落粒性或不稔性、上位性基因的相互作用、微效基因的多效性等因素，使族群無法分離出有利的個體，建議行多次回交栽培親本後再加以選拔及評估較爲可行。前報[2]有關產量性狀的結果也顯示，早期世代($BC_1F_1$，$F_2$)之各產量構成性狀，均呈超親分離，且在$BC_3F_2$仍有多數不稔的個體出現。本試驗中$F_2$及、$BC_1F_1$、$BC_1F_2$之粒長、粒寬及粒形變域仍高，若於這些世代針對穀粒性狀進行選拔，很難顧及其他性狀之表現，且不易選獲較爲固定同質體之材料。一般育種上雖然期待$F_2$有較高的遺傳變異，以便從中獲得能優於兩親本的材料，經由回交導致同型接合個體增加，遺傳變異縮小，似乎不易創造出優於兩親的材料，但證之於試驗中粒寬及粒形在三回交後代中的變異仍大，且遺傳率仍高的表現，顯然栽培稻與野生稻*O. nivara*雜交組合中既使於回交三次的後代中對粒寬及粒形進行選拔仍然有效。

## 引用文獻


1. 李長沛、陳彥雄、陳治官、曾東海、陳正昌、賴明信、郭益全。1994。稻屬種間雜交擴大栽培稻之遺傳變異。I. 引進野生稻種原之特性評估。中華農業研究 43：261-274。
2. 李長沛、郭益全、曾富生。1999。栽培稻(*Oryza sativa*)與野生稻(*O. nivara*)種間雜種及回交後裔族群產量性狀之變異。中華農業研究 48：1-12。
3. 曾美倉。1977。水稻粒重、粒型及其他數量性狀之全互交分析。國立台灣大學農學院研究報告。17(2):78-90。
4. 張德梅。1974。水稻粒形之遺傳研究。農業研究 23(1):9-15。
5. 郭益全、劉 清。1986。大粒水稻之遺傳研究 II. 穀粒性狀之遺傳。中華農業研究 35:401-412。
6. 郭益全、謝順景。1982。稻穀粒性狀之遺傳。中華農業研究 31:177-186。
7. 郭益全、劉 清、張德梅、謝順景。1985。秈稻烹調與食用品質及穀粒性狀之遺傳。中華農業研究 34:243-257。
8. 戴順發、吳詩都、曾富生。1989a。野生稻*Oryza nivara*與栽培稻*O. sativa*種間雜交親和性及$F_1$雜種行爲。高雄區農業改良場研究彙報 2（2）：39-51。
9. 戴順發、吳詩都、曾富生。1989b。野生稻*O. nivara*與栽培稻*O. sativa*雜種後代之遺傳育種研究 II. $F_2$雜種族群集回交世代農藝性狀之變異。農林學報 38(2)：165-190。
10. 岡彥一。1958。遠緣品種間雜種集團遺傳學研究。酒井寬一、明峰英夫、高橋隆平編:「植物集團育種法研究」。pp.27-430。養賢堂、東京。
11. Chang, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. Euphytica 25:425-441.
12. Chang, T. T. 1988. Taxonomic key for identifying the 22 species in the genus *Oryza*. Int. Rice Res. Newsl. 13:4-5.
13. Chang, T. T., and C. C. Li. 1980. Genetics and breeding. pp.87-146. in: Rice: Production and Utilization. ( Luh, B. S. ed.) AVI, Westport, Conn. USA.
14. Chu, Y. E., H. Morishima, and H. I. Oka. 1969. Reproductive barriers distributed in cultivated rice species and their wild relatives. Jpn. J. Genet. 44:207-233.
15. Dolores, R. C., T. T. Chang, and D. A. Ramires. 1979.The cytogenetics of $F_1$ hybrids form *Oryza nivara* Sharma et Shastry x *O. sativa* L. Cytologia 44:527-540.
16. Heinrichs, E. A., F. G. Medrano, and H. R. Rapusas. 1985. Genetic evaluation for insect resistance in rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna , Philippines.
17. Huang, C. S., R. H. Buu, C. H. Cheng, and C. Lu. 1982. Breeding for resistance to brown planthopper in Keng(*Japonica*) rice. pp.89-97. in: Plant Breeding. (Hsieh, S. C. and D. J. Lui, eds.) Agri. Asso. of China and Regional Society of

pp.89-97. in: Plant Breeding. (Hsieh, S. C. and D. J. Lui, eds.) Agri. Asso. of China and Regional Society of SABRAO(R. O. C).Taipei.

18. IRRI. 1996. Standard evaluation system for rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.

19. Jennings, P. R., W. R. Coffman, and H. H. Kaoffman. 1979. Grain quality. pp.101-120. in: Rice Improvement. Los Banos, Philippines.

20. Kazuyuki, D., A. Yoshimura, and N. Iwata. 1998. RFLP mapping and QTL analysis of agronomic characters using backcross populations between *Oryza sativa* L. and *O. glaberrima* Steud. Breeding Science 48:395-399.

21. Khush, G. S. 1977. Disease and insect resistance in rice. Adv. Agron. 29:265-341.

22. Khush, G. S., and K. C. Ling. 1974. Inheritance of resistance to grassy stunt virus and its vector in rice. J. Hered. 65:134-136.

23. Ling, K. C., V. M. Aguiero, and S. H. Lee. 1970. A mass screening method for testing resistance to grassy stunt disease of rice. Plant Dis. Rep. 56:565-569.

24. McKenzie, K. S., and J. N. Rutger. 1983. Genetic analysis of amylose content, alkali spreading score, and grain dimensions in rice. Crop Sci. 23: 306-313.

25. Nayar, N. M. 1973. Origin and cytogenetics of rice. Adv. Genet. 17: 153-292.

26. Pham, J. L., and B. Bougerol. 1993. Abnormal segregations in crosses between two cultivated rice species. Heredity 70: 466-471.

27. Sharma, S. D., and S. V. S. Shastry. 1965. Taxonomic studies in genus *Oryza* L. III. *O. rufipogon* Griff. sensu stricto and *O. nivara* Sharma *et* Shastry nom. nov. Indian J. Genet. Plant Breed. 25:157-167.

28. Sitch, L. A., R. D. Dalmacio, and G. O. Romero. 1989. Crossability of wild *Oryza* species and their potential use for improvement of cultivated. Rice Genet. Newsl. 6:58-60.

29. Somrith, B., T. T. Chang, and B. R. Jackson. 1979. Genetic analysis of traits related to grain characteristics and quality in two crosses of rice. IRPS No. 35. IRRI. Los Bonos, Philippines.

30. Sullivan J. G., and F. A. Bliss. 1983a. Genetic control of quantitative variation in phaseolin seed protein of common bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108:782-787.

31. Sullivan J. G., and F. A. Bliss. 1983b. Expression of enhanced seed protein content in inbred backcross lines of common bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108:787-791.

32. Tanksley, S. D., and J. C. Nelson. 1996. Advanced backcross QTL analysis : a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTL from unadapted germplasm into elite breeding lines. Theor. Appl. Genet. 92:191-203.

33. Tanksley, S. D., S. Grandillo, T. M. Fulton, D. Zamir, Y. Petiard, J. Lopez , and T. Beck-Bunn. 1996. Advanced backcross QTL analysis in a cross between an elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium.* Theor. Appl. Genet. 92:213-224.

34. Tomar, J. B., and J. S. Nanda. 1985. Genetics and association studies of kernel shape in rice. Indian J. Genet. 45:278-283.

35. Vaughan, D. A., and T. T. Chang. 1995. Collecting the rice gene pool. pp.659-675. in: Collection plant genetic diversity technical guidelines. (Guarino, L., V. Ramanatha Rao, and R. Reid, eds. ) IPGRI., Rome, Italy.

36. Xiao, J., S. Grandillo, S. N. Ahn, S. R. McCouch, S. D. Tanksley, J. Li, and L. Yuan. 1996. Genes from wild rice improve yield. Nature 384:223-224.

# Genetic Studies on the Brown Rice Characteristics in the Progenies Derived from the Hybrid and Backcross between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma *et* Shastry [1]

Charng-Pei Li[2], Yih-Chuan Kuo[2] and Shu-Tu Wu[3]

## Summary

Two *sinica* cultigens, Tainung 67(TNG 67) and Taiken 1(TK 1), and a wild rice, *O. nivara* (Acc.104705) were used as the recurrent parents and donor parent, respectively, to investigate the genetic behaviors for the seed coat(brain) color, grain length, grain width, and grain shape (length-width ratio) of the interspecific hybrid progenies of *Oryza* species. The $F_1$, $F_2$, $BC_1F_1$, $BC_1F_2$, $BC_2F_1$, $BC_2F_2$, $BC_3F_1$,and $BC_3F_2$ populations of two cross combinations were simultaneously planted at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute in the first crop of 1996. In normal growth conditions, the seed coat color of *O. nivara* is brown, and the shape of grain is slender, on the other hand, two *sinica* cultigens are light brown in seed coat color and bold in grain shape. It is indicated from our data that the seed coat color is conditioned by one major gene, and brown seed coat is dominant. Furthermore, linkage was not found between seed coat color and grain length, width and shape of brown rice. Heterosis was found in grain length in both cross combinations. Few are transgressive in both $F_2$ populations, and the frequency distributions of grain length in various backcross populations are peaked and leaned toward the recurrent parents, cultigens. For grain width, heterosis was only found in TK 1 X *O. nivara* combination. However, transgressive segregation was indicated in both $F_2$ populations. Variation of grain width in various backcross populations TNG 67 X *O. nivara* combination appeared to be larger than those in TK 1 X *O. nivara*. As for grain shape, bold shape was observed in both $F_1$ populations. Transgressive segregation was observed in both $F_2$ populations, and frequency distribution was peaked only in various backcross populations of TK 1 X *O. nivara* cross combination. In general, the mean performance for length, width, and shape of brown rice in $F_2$ and various backcross populations were lower than those in $F_1$ populations, indicating that the genes concerned might be additive. The broad sense heritabilities estimated for the three grain traits were relative high in both $F_2$ and $BC_1F_2$, and heritabilities appear to lower along with increase in the number of backcross except grain width in $BC_3F_2$ population in TNG 67 X *O. nivara* combination. In $F_2$ populations of both cross combinations, it was found that there is a positive correlation between grain shape and length, and a negative correlation between grain shape and width in various populations. Data were also observed that there is no significant relationship between grain length and width in both $F_2$ and $BC_1F_2$ populations, however, a positive correlation was observed in $BC_3F_2$ populations.

**Key words** ： *Oryza sativa*, *O. nivara*, interspecific hybridization, recurrent backcross, brown rice

---

1. Contribution No. 2020 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Research Assistant and Senior Rice Breeder, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 14～27 (2000)

# 葉菜甘藷台農71號之育成[1]

賴永昌 利幸貞 陳一心[2]

**摘要**：嘉義農業試驗分所在民國八十一年以甘藷逢機交配族群雜交後裔所育成之實生系選出之優良品系 CYY82-L17，經品系產量比較試驗、區域試驗、病蟲害觀察試驗及肥料、栽培密度試驗，於八十七年五月六日通過農林廳複審命名爲台農71號。本品種特性爲：1.蔓長中等，株型半直立，莖色呈深綠色，無茸毛 2.頂葉淡綠色，成熟葉深綠色，葉形爲鼻形，葉柄亦深綠色，且光滑無茸毛。 品種優點：1.株型爲半直立、莖葉向上生長，適合機械採收 2.莖葉生長快速，再生能力強，夏季約7-10天即可再次採收，可適時供應市場銷售 3.莖葉細緻，採收後不需去莖及葉柄表皮即可煮食，且煮後不變色，適口性佳 4.生長期長，大約可持續種植二年以上，產量仍維持穩定 5.維生素 A、C及葉酸含量豐富。

**關鍵詞**：葉菜甘藷、產量比較試驗、區域試驗。

## 前　　言

以往甘藷育種目標主要以塊根鮮食用及食品加工用爲主(7)，近年來因爲因應夏季蔬菜短缺，及國民消費型態改變，使葉菜甘藷逐漸受到大家所喜愛。早期葉菜甘藷品種主要爲在來種(彰化種)，以食用其葉片及葉柄爲主，但因葉片纖維多且葉柄表皮厚，故食用前需花費較多時間去除莖及剝葉柄表皮，易造成手指沾乳汁作用而變黑，手指清洗困難;而該品種之株型爲匍匐性，僅能利用人工採收而無法利用機械收，使採收之費用佔生產成本甚巨。嘉義農業試驗分所有鑑於此，自民國八十一年即針對上述葉菜品種之缺點，從甘藷逢機交配種子中選出嫩梢產量高，不需去莖及葉柄表皮即可煮食，適口性佳，且適合機械採收之葉菜甘藷(3,4,6,7,8)。民國八十五年春作以品系CYY82-L17參加區域試驗(2,5)，民國八十七年五月六日經農林廳甘藷育種命名審查通過，命名爲台農71號，台農71號爲繼桃園2號後台灣地區第二個育成之葉菜甘藷品種，該品種具半直立、嫩梢鮮嫩、食味佳、分枝快速，且適合機械採收之特性，極適合本省中南部夏季栽培。

## 材料與方法

### 一、實生系選拔

由甘藷逢機交配種子20,000粒所育成之實生苗爲材料於民國八十一年五月二十日於嘉義農試分所水源地農場種植，於植後一個月，植株覆蓋畦面50％時，開始選拔，共選出75個品系，並於次年夏作將75品系於嘉義分所水源地農場種植，種植後二個月，進行植株性狀及地上部莖葉重調查，調查方式自基部割取全株之地上部莖葉後，調查地上部莖葉及蔓長、節數、分枝數、莖寬、葉形、葉色等植

---

1.行政院農委會農業試驗所　研究報告第2021號。

2.本所嘉義分所農藝系助理研究員、助理及研究員兼系主任。台灣省　嘉義市。

株性狀[7]。同時於八十二年夏作於嘉義分所農場種植，並將所選實生品系依葉菜用途，調查其嫩梢特性，參試75個品系，試驗設計採取逢機完全區集設計[1]，二重複，每小區種植12株，行株距長30 × 30公分，畦長1公尺，畦寬0.8公尺，植後約2個月模擬機械採收方式自距離畦面20-25公分割取其莖葉，調查其嫩梢性狀，調查項目包括每品系逢機調查5個嫩梢為調查樣品，調查其嫩梢長、莖徑及節數、節間長、嫩梢葉數，取其平均值以表達其作為葉菜用途之特性[7]。

同時選拔品系亦進行品評比較，品評方法為每品系取5芽，於水煮沸後將嫩梢置於滾水中，3分鐘後取出放置於白色磁盤中，以蕹菜種為對照種進行品評，略差及差者分數為2、1，略優及優者為4、5。五位品評員於每個樣品品評之後以白開水漱口，以回復味覺[7]。

## 二、品系產量比較試驗

(一)第一年組品系產量比較試驗

供試48品系，試驗設計採逢機完全區集設計(RCBD)，重複2次，每試區行長2.0公尺，寬0.8公尺，雙行植，行株距30 × 30公分，每小區種植先端苗12株，調查項目則依葉菜用途調查其嫩梢產量、嫩梢數、嫩梢長、莖徑、嫩梢葉數及葉面積等，其中嫩梢產量為於每小區距離畦面20-25公分處模擬機械採收方式割取之總鮮重以換算1000$m^2$之產量，而嫩梢數為每一平方公尺內之食用部位嫩梢總數，其他如嫩梢長、莖徑、嫩梢葉數、葉面積則於每次採收後於小區內逢機取樣5嫩梢之平均值[3,4,6,7,8]。

(二)第二年品系產量比較試驗

供試為較優4個品系，試驗設計採完全逢機區集設計(RCBD)，二重複，畦長3公尺，畦寬0.8公尺，雙行植，行株距30 × 30公分，每試區植先端苗20株，調查項目與第一年相同[3,4,6,7,8]。

## 三、區域試驗

(一) 試驗期限：85年4月15日至11月

(二) 試驗地點、種植時間及採割方法：葉菜甘藷區域試驗由桃園區、台中區、高雄區、花蓮區農改場、金門農試所及本所嘉義分所共同執行，試區分設於桃園市、台中市、台南縣學甲鎮、台東市、宜蘭市及金門縣金城鎮等六地點，於85年4月15日種植，種植後45天開始採收，其後每隔15天採收一次，9月以後每隔25天採收一次，至11月共採收9次。每次採收前於每小區逢機割取2點，每點一平方公尺，選取可食用部位秤量，稱為嫩梢產量。另外由嘉義分所及桃園改良場於台南及桃園地區調查嫩梢長、嫩梢葉數、葉鮮重比、單次嫩梢產量等農藝性狀，其中嫩梢長及嫩梢葉數為每小區逢機調查20條嫩梢長度及葉數之平均值，葉鮮重比為每小區逢機取樣600公克之嫩梢(A)，摘取葉片(不含葉柄)，稱其鮮重為葉片鮮重(B)，葉鮮重比為B/A，單次嫩梢產量為每小區逢機取樣二點，每小一平方公尺，割取自地面20公分以上之莖葉，並以人工摘除食用部位嫩梢，稱其重其產量，稱為單次嫩梢產量，最後將九次採收所得之農藝性狀資料取其平均值[2,5]。

(三) 供試品系：CYY82-L07及CYY82-L17，對照種為蕹菜種。

## 四、穩定性分析

由桃園、台東、宜蘭、台中、金門及台南等6個區域試驗所得之數據，選嫩梢產量進行穩定性分析[5]。

## 五、病蟲害觀察試驗

品系CYY82-L07及CYY82-L17及對照種於嘉義市及學甲鎮進行病蟲害觀察試驗，病蟲害項目有蔓割病、病毒病、簇葉病、螟蛾、鳥羽蛾、猿葉蟲、粉蝨、蚜蟲、斜紋夜盜等[7]。

## 六、肥料試驗

試驗設計採逢機完全區集設計[1,7]，重複四次，每小區行長3.0公尺，行寬0.8公尺，三行植，行株距20 × 25公分，小區株數爲36株，肥料處理以牛糞堆肥，用量每平方公尺1公斤及2公斤二等級及硫酸銨每平方公尺10公克追施與否等四項，植株於插植一個月後開始採收，每隔14天採收一次。

## 七、栽培密度試驗

試驗採逢機完全設計[1,7]，四重複，小區行長3.0公尺，寬0.8公尺，試驗採6種行株距處理：40 × 20、40 × 25、40 × 30公分(二行植)，20 × 20、20 × 25、20 × 30公分(三行植)於種植後一個月開始採收，其後每14天採收一次。

## 八、冷藏試驗

將品系CYY82-L17分別以A：塑膠袋打孔+樣品沖洗，B：塑膠袋打孔+樣品未沖洗，C：塑膠袋不打孔+樣品沖洗，D：塑膠袋不打孔+樣品未沖洗，於6-7℃之冰箱內冷藏，在貯藏期間估算失重率，即以採收當天之鮮重爲100％，失重率爲貯藏期間鮮重減少比率。

## 九、品質分析

將品系CYY82-L17及對照種提供食品工業研究所進行分析，分析項目有水分、粗蛋白、灰分、粗纖維、鈣、磷、錳、鉀、維生素、A、B2、C，草酸及葉酸等。

## 十、食味品評

將品系CYY82-L07、CYY82-L17、CYY82-L46、CYY82-L62及對照種依外觀、質地、苦甜味及適口性進行品評[7]。

# 結果與討論

## 一、實生品系選拔

八十一年夏作於嘉義農業試驗分所水源地農場以甘藷逢機交配種子20,000粒所育成實生苗爲材料，於植後一個月，植株覆蓋畦面約50％時，開始進行選拔。選拔標準爲植株半直立性，且不開花者[4,6,7,8]，總共選出75個符合上述條件之實生品系，於種苗繁殖圃中繁殖，並於八十二年夏作植後二個月，開始進行植株性狀及地上部莖葉重調查[7]，試驗結果如表1所示，表現較佳者共10品系，其中CYY82-L17莖葉皆綠色，葉、葉柄及莖皆無茸毛，且不開花，顯示該品系適合作爲葉菜用;另外該品系地上部莖葉重較對照種增加10.2％，且其分枝數爲17，雖與對照種相同，但遠較其他品系高，顯示其分枝快速，極具高產潛能。

另於八十二年夏作將所選拔之實生品系依葉菜之用途，葉菜甘藷之嫩梢指自頂芽算起不超過15cm長之幼嫩莖爲可食用部分，加以調查[7]，較優10品系之調查結果如表2所示，其中CYY82-L17節數、莖徑爲3.6節及5.1mm均較對照種少，節間長及嫩梢葉數爲3.3公分及3.7片均較對照種長、多，顯示CYY82-L17之嫩梢爲少節、細嫩及多葉品系，極適合作爲葉菜用。

除植株性狀及嫩梢特性的調查外，並將此75個品系採收後進行食味品評[7]，品評結果如表3，CYY82-L17嫩莖無茸毛，且煮後色澤依然翠綠，苦甜味、質地、外觀及適口性亦得到較佳之評價。

## 二、品系產量比較試驗

(一)第一年初級品系產量比較試驗

於八十三年夏作(5月)於本分所試驗田將八十二年夏作所進行農藝特性、嫩梢特性調查及食味品評結果表現較差27品系淘汰[3,4,6,7,8]，其餘表現較佳之48個品系進行第一年產量比較試驗。試驗結果如表4、5所示，由表4可知CYY82-L17之嫩梢產量最高，比對照種增產79.1％，且達顯著差異；而其嫩

表1. 民國八十二年夏作實生品系全株地上部植株性狀調查表

**Table 1.** The whole plant characters of leafy sweet potato seedling in summer crop of 1993

| Lines | leaf color immatur leafe | leaf color mature leaf | leaf shape | leaf downy hair | leaf vein color | petiol downy hair | stem color | stem dowmy hair | floral habit | the weight of top part | percen-tage | vine length | node number | branch number | stem diameter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CYY82-L07 | green | green | spear | no | green | no | green | no | no | 495 | 92 | 108 | 56 | 18 | 0.4 |
| CYY82-L12 | green | green | nose | no | green | no | green | rare | no | 425 | 79 | 113 | 61 | 6 | 0.4 |
| CYY82-L17 | green | green | spear | no | green | no | green | no | no | 595 | 110 | 97 | 36 | 17 | 0.4 |
| CYY82-L20 | purple | purple | heart | no | green | rare | purple green | rare | no | 540 | 100 | 108 | 40 | 9 | 0.4 |
| CYY82-L46 | green | green | heart | no | green | no | green | no | no | 760 | 141 | 81 | 50 | 6 | 0.4 |
| CYY82-L49 | green | green | spear | no | green | rare | green | rare | no | 480 | 89 | 152 | 38 | 6 | 0.5 |
| CYY82-L57 | green | green | nose | no | green | rare | green | rare | no | 400 | 74 | 108 | 42 | 8 | 0.5 |
| CYY82-L62 | green | green | nose | no | green | no | green | no | no | 600 | 111 | 97 | 48 | 9 | 0.4 |
| CYY82-L65 | green | green | nose | no | green | no | green | rare | no | 250 | 46 | 125 | 31 | 6 | 0.4 |
| CYY82-L73 | green | green | spear | no | green | rare | green | no | no | 205 | 38 | 139 | 50 | 8 | 0.3 |
| 蕹菜種(ck) | green | green | nose | no | green | no | green | no | no | 540 | 100 | 104 | 47 | 17 | 0.4 |

[z]Planting date ： July 8, 1993 investigated date ： Sept 6, 1993

表2. 民國八十二年葉菜甘藷品系在夏作之嫩梢特性調查結果

**Table 2.** Tip shoot characters of different leafy sweet potato lines in summer crop of 1993

| Lines | tip shoot length (cm) | node number | stem diameter (mm) | node length (cm) | the leaf number of tip shoot |
|---|---|---|---|---|---|
| CYY82-L07 | 12.5 | 4.9 | 5.6 | 2.6 | 2.6 |
| CYY82-L12 | 6.8 | 6.0 | 4.6 | 1.2 | 2.0 |
| CYY82-L17 | 11.8 | 3.6 | 5.1 | 3.3 | 3.7 |
| CYY82-L20 | 8.1 | 3.2 | 5.0 | 2.5 | 2.3 |
| CYY82-L46 | 7.1 | 5.7 | 5.1 | 1.3 | 2.6 |
| CYY82-L49 | 12.0 | 4.0 | 4.6 | 3.0 | 2.5 |
| CYY82-L57 | 9.9 | 4.0 | 5.5 | 2.5 | 3.1 |
| CYY82-L62 | 6.7 | 4.0 | 4.8 | 1.7 | 2.5 |
| CYY82-L65 | 10.8 | 3.8 | 4.4 | 2.9 | 2.1 |
| CYY82-L73 | 6.2 | 5.6 | 5.2 | 1.1 | 2.7 |
| 蕹菜種(ck) | 12.6 | 4.0 | 5.6 | 3.2 | 3.3 |

[z]Planting date ： July 8, 1993 investigated date ： Sept 6, 1993

梢特性比較如表5所示，CYY82-L17之嫩梢長及嫩梢葉數均較對照種多，且差異顯著。故由第一年之結果發現CYY82-L17不僅嫩梢產量較對照種高，具嫩梢數及嫩梢葉數多之特性，爲優良之葉菜甘藷品系。

(二)第二年高級品系產量比較試驗

將第一年品系產量比較試驗之表現較佳的四個品系CYY82-L07、CYY82-L17、CYY82-L46、CYY82-L62於84年夏作在嘉義分所試驗田進行第二年品系產量比較試驗[3,4,6,7,8]。其結果如表6、7所示，由表6可知CYY82-L17之嫩梢產量較對照種增產8.3％，而其嫩梢特性比較如表7所示，嫩梢數雖

表3. 民國八十二年葉菜甘藷品系之食味品評結果

**Table 3.** The penal test results of leafy sweet potato in 1993

| Lines | appearance | taste | texture | mouthful | remark |
|---|---|---|---|---|---|
| CYY82-L07 | 5 | 2 | 5 | 5 | |
| CYY82-L12 | 3 | 2 | 3 | 3 | tip shoot has slightly downy hair |
| CYY82-L17 | 5 | 1 | 5 | 5 | |
| CYY82-L20 | 1 | 1 | 4 | 3 | tip shoot has slightly downy hair, and when it was cooked, the color became black |
| CYY82-L46 | 3 | 1 | 3 | 4 | |
| CYY82-L49 | 5 | 2 | 3 | 2 | tip shoot has slightly downy hair |
| CYY82-L57 | 4 | 1 | 2 | 3 | tip shoot has slightly downy hair |
| CYY82-L62 | 4 | 2 | 4 | 4 | |
| CYY82-L65 | 5 | 2 | 3 | 3 | |
| CYY82-L73 | 3 | 2 | 4 | 2 | |
| 蕹菜種(ck) | 3 | 3 | 3 | 3 | |

[z] Panel test standard ： 1-very poor, 2-poor, 3-same as check, 4-good, 5-excellent.

表4. 民國八十三年夏作初級品系之嫩梢產量比較

**Table 4.** Tip shoot yield of primary lines in summer crop of 1994 (unit ： kg/1000m$^2$)

| Lines | harvest date | | | | | total | index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7/3 | 7/15 | 7/29 | 8/12 | 8/26 | yield | (%) |
| CYY82-L07 | 243 $^a$ | 135 $^b$ | 221 $^b$ | 133 $^b$ | 66 $^c$ | 786 $^b$ | 121.3 |
| CYY82-L17 | 253 $^a$ | 285 $^a$ | 299 $^a$ | 147 $^a$ | 147 $^a$ | 1159 $^a$ | 179.1 |
| CYY82-L46 | 196 $^{ab}$ | 84 $^c$ | 173 $^c$ | 72 $^c$ | 69 $^c$ | 593 $^c$ | 91.5 |
| CYY82-L57 | 193 $^{ab}$ | 86 $^c$ | 178 $^c$ | 56 $^c$ | 58 $^c$ | 269 $^d$ | 87.9 |
| CYY82-L62 | 158 $^b$ | 86 $^c$ | 116 $^c$ | 113 $^b$ | 86 $^c$ | 555 $^c$ | 85.7 |
| 蕹菜種(ck) | 111 $^b$ | 145 $^b$ | 201 $^b$ | 86 $^c$ | 111 $^b$ | 648 $^b$ | 100.0 |

[z] Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

[y] Planting date ： May 28,1994

表5. 民國八十三年夏作初級品系之嫩梢性狀比較

**Table 5.** Tip shoot characters of primary lines in summer crop of 1994

| Lines | tip shoot number (No.) | tip shoot length (cm) | stem diameter (mm) | the leaf number of tip shoot (No.) | leaf area (cm$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| CYY82-L07 | 48.1 $^b$ | 7.0 $^a$ | 3.6 $^a$ | 2.6 $^b$ | 78.6 $^a$ |
| CYY82-L17 | 78.1 $^a$ | 7.8 $^a$ | 3.8 $^a$ | 3.0 $^a$ | 78.2 $^a$ |
| CYY82-L46 | 46.9 $^b$ | 7.2 $^a$ | 3.8 $^a$ | 2.4 $^c$ | 59.0 $^c$ |
| CYY82-L57 | 36.3 $^c$ | 7.4 $^a$ | 4.0 $^a$ | 2.3 $^c$ | 74.2 $^b$ |
| CYY82-L62 | 44.4 $^b$ | 8.2 $^a$ | 3.8 $^a$ | 2.4 $^c$ | 57.4 $^c$ |
| 蕹菜種(ck) | 44.4 $^b$ | 8.4 $^a$ | 3.8 $^a$ | 2.7 $^b$ | 83.8 $^a$ |

[z] Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

表6. 民國八十四年夏作高級品系之嫩梢產量比較

**Table 6.** Tip shoot yield of advanced lines in summer crop of 1995 (unit ： kg/1000m$^{2}$)

| Lines | harvest date | | | | | total | index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6/15 | 7/10 | 7/24 | 8/6 | 8/20 | yield | (%) |
| CYY82-L07 | 250 $^{a}$ | 198 $^{a}$ | 329 $^{b}$ | 310 $^{b}$ | 203 $^{b}$ | 1288 $^{b}$ | 94.8 |
| CYY82-L17 | 196 $^{ab}$ | 165 $^{a}$ | 387 $^{a}$ | 373 $^{a}$ | 351 $^{a}$ | 1472 $^{a}$ | 108.3 |
| CYY82-L46 | 150 $^{b}$ | 120 $^{b}$ | 230 $^{c}$ | 277 $^{c}$ | 235 $^{b}$ | 1012 $^{c}$ | 74.5 |
| CYY82-L62 | 262 $^{a}$ | 193 $^{a}$ | 332 $^{b}$ | 278 $^{c}$ | 223 $^{b}$ | 1288 $^{b}$ | 94.8 |
| 蕹菜種 (ck) | 241 $^{b}$ | 181 $^{a}$ | 241 $^{c}$ | 303 $^{b}$ | 392 $^{a}$ | 1359 $^{b}$ | 100.0 |

$^{z}$ Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

$^{y}$ Planting date ： May 18, 1994

表7. 民國八十四年夏作高級品系之嫩梢性狀比較

**Table 7.** Tip shoot characters of advanced lines in summer crop of 1995

| Lines | tip shoot number (No.) | tip shoot length (cm) | stem diameter (mm) | the leaf number of tip shoot (No.) | leaf area (cm$^{2}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| CYY82-L07 | 62.9 $^{b}$ | 8.2 $^{a}$ | 4.7 $^{a}$ | 3.0 $^{b}$ | 776.8 $^{c}$ |
| CYY82-L17 | 70.8 $^{a}$ | 9.3 $^{a}$ | 4.5 $^{a}$ | 4.1 $^{a}$ | 102.0 $^{a}$ |
| CYY82-L46 | 48.3 $^{c}$ | 9.0 $^{a}$ | 4.5 $^{a}$ | 2.5 $^{c}$ | 95.0 $^{a}$ |
| CYY82-L62 | 53.3 $^{c}$ | 8.3 $^{a}$ | 4.1 $^{a}$ | 3.0 $^{b}$ | 86.0 $^{b}$ |
| 蕹菜種 (ck) | 71.3 $^{a}$ | 7.2 $^{a}$ | 4.5 $^{a}$ | 3.3 $^{b}$ | 107.4 $^{a}$ |

$^{z}$ Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

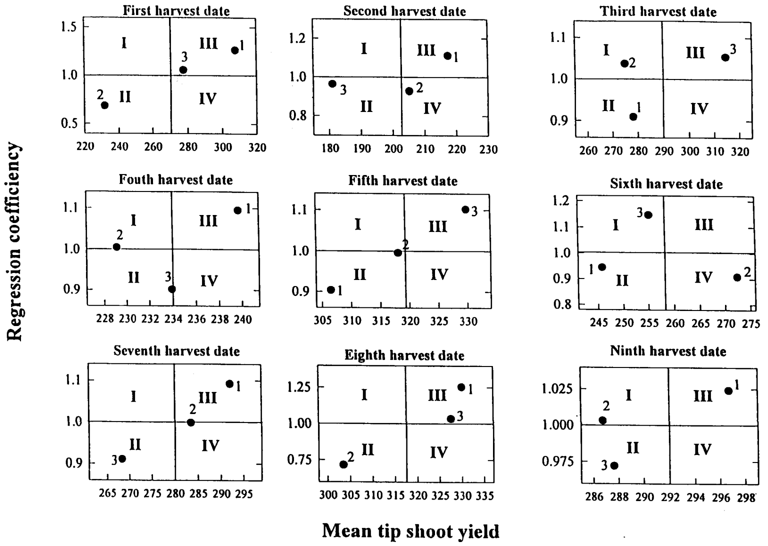
表8. 民國八十五年度葉菜甘藷新品系區域試驗之嫩梢產量

**Table 8.** Tip shoot yield of leafy sweet potato lines in regional trials in spring 1996 (unit ： kg/1000m$^{2}$)

| Location | lines | harvest date | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 6th | 7th | 8th | 9th | total yield |
| Tauyan | CYY82-L07 | 216 $^{a}$ | 260 $^{a}$ | 327 $^{a}$ | 329 $^{a}$ | 280 $^{a}$ | 382 $^{a}$ | 480 $^{a}$ | 445 $^{ab}$ | 403 $^{b}$ | 3,121 $^{a}$ |
| | CYY82-L17 | 189 $^{b}$ | 282 $^{a}$ | 292 $^{ab}$ | 280 $^{b}$ | 264 $^{a}$ | 378 $^{a}$ | 415 $^{ab}$ | 430 $^{b}$ | 400 $^{b}$ | 2,930 $^{a}$ |
| | 蕹菜種 (ck) | 178 $^{b}$ | 206 $^{b}$ | 267 $^{b}$ | 279 $^{b}$ | 263 $^{a}$ | 356 $^{a}$ | 380 a $^{a}$ | 426 $^{b}$ | 415 $^{ab}$ | 2,768 $^{a}$ |
| Taichung | CYY82-L07 | 158 $^{a}$ | 84 $^{a}$ | 112 $^{a}$ | 162 $^{b}$ | 182 $^{b}$ | 174 $^{a}$ | 144 $^{b}$ | 202 $^{b}$ | 272 $^{a}$ | 1,489 $^{b}$ |
| | CYY82-L17 | 126 $^{a}$ | 102 $^{a}$ | 124 $^{a}$ | 207 $^{ab}$ | 202 $^{ab}$ | 136 $^{a}$ | 136 $^{a}$ | 243 $^{a}$ | 237 $^{a}$ | 1,574 $^{a}$ |
| | 蕹菜種 (ck) | 149 $^{a}$ | 85 $^{a}$ | 149 $^{a}$ | 232 $^{ab}$ | 197 $^{ab}$ | 132 $^{a}$ | 132 $^{a}$ | 244 $^{a}$ | 244 $^{a}$ | 1,632 $^{a}$ |
| Taitung | CYY82-L07 | 330 $^{a}$ | 384 $^{a}$ | 408 $^{a}$ | 465 $^{a}$ | 338 $^{b}$ | 309 $^{ab}$ | 325 $^{a}$ | 359 $^{a}$ | 312 $^{a}$ | 3,230 $^{a}$ |
| | CYY82-L17 | 270 $^{a}$ | 343 $^{a}$ | 441 $^{a}$ | 555 $^{a}$ | 338 $^{a}$ | 293 $^{ab}$ | 345 $^{a}$ | 360 $^{a}$ | 327 $^{a}$ | 3,272 $^{a}$ |
| | 蕹菜種 (ck) | 319 $^{a}$ | 355 $^{a}$ | 420 $^{a}$ | 429 $^{a}$ | 338 $^{a}$ | 320 $^{a}$ | 319 $^{a}$ | 345 $^{a}$ | 333 $^{a}$ | 3,178 $^{a}$ |
| Yinang | CYY82-L07 | 213 $^{a}$ | 280 $^{a}$ | 273 $^{b}$ | 210 $^{b}$ | 192 $^{ab}$ | 218 $^{ab}$ | 270 $^{b}$ | 143 $^{b}$ | 198 $^{a}$ | 1,997 $^{a}$ |
| | CYY82-L17 | 195 $^{a}$ | 207 $^{b}$ | 192 $^{c}$ | 233 $^{a}$ | 258 $^{a}$ | 243 $^{a}$ | 290 $^{a}$ | 160 $^{a}$ | 180 $^{b}$ | 1,958 $^{a}$ |
| | 蕹菜種 (ck) | 207 $^{a}$ | 197 $^{b}$ | 323 $^{a}$ | 183 $^{c}$ | 278 $^{b}$ | 192 $^{b}$ | 263 $^{a}$ | 170 $^{a}$ | 133 $^{c}$ | 1,946 $^{a}$ |
| Jinmen | CYY82-L07 | 281 $^{a}$ | 68 $^{a}$ | 143 $^{a}$ | 60 $^{a}$ | 217 $^{a}$ | 90 $^{b}$ | 90 $^{b}$ | 135 $^{a}$ | 219 $^{a}$ | 1,376 $^{a}$ |
| | CYY82-L17 | 167 $^{c}$ | 68 $^{a}$ | 157 $^{a}$ | 37 $^{a}$ | 233 $^{a}$ | 122 $^{a}$ | 122 $^{a}$ | 131 $^{a}$ | 143 $^{b}$ | 1,213 $^{a}$ |
| | 蕹菜種 (ck) | 240 $^{b}$ | 53 $^{a}$ | 186 $^{a}$ | 55 $^{a}$ | 251 $^{a}$ | 125 $^{a}$ | 125 $^{a}$ | 129 $^{a}$ | 198 $^{a}$ | 1,380 $^{a}$ |
| Mean | CYY82-L07 | 213 $^{a}$ | 195 $^{a}$ | 232 $^{a}$ | 220 $^{b}$ | 235 $^{b}$ | 216 $^{b}$ | 247 $^{a}$ | 257 $^{a}$ | 242 $^{a}$ | 2,056 $^{a}$ |
| | CYY82-L17 | 172 $^{b}$ | 183 $^{a}$ | 222 $^{b}$ | 236 $^{a}$ | 242 $^{a}$ | 232 $^{a}$ | 240 $^{a}$ | 256 $^{a}$ | 235 $^{a}$ | 2,019 $^{a}$ |
| | 蕹菜種 (ck) | 198 $^{b}$ | 163 $^{a}$ | 252 $^{a}$ | 216 $^{b}$ | 246 $^{a}$ | 214 $^{b}$ | 225 $^{b}$ | 262 $^{a}$ | 239 $^{a}$ | 2,012 $^{a}$ |

$^{z}$ Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

$^{y}$ Plant date ： April 15, 1996




1.CYY82-L07 2.CYY82-L17 3.蕹菜種

圖1. 葉菜甘藷九次採收期嫩梢平均產量穩定性分析

**Fig.1.** The stability analysis of mean shoot yield in 9 harvest dates.

表9. 區域試驗九地區新品系嫩梢平均產量之迴歸係數

**Table 9.** Regression coefficiency for the mean tip shoot yield of the leafy sweet potato at 9 regional test areas

| harvest date | lines | tip shoot yield (kg/1000m$^2$) | regression coefficiency |
|---|---|---|---|
| the 1st | CYY82-L07 | 307.08 | 1.263 |
| | CYY82-L17 | 231.04 | 0.682 |
| | 蕹菜種 (ck) | 277.67 | 1.055 |
| the 2nd | CYY82-L07 | 217.46 | 1.111 |
| | CYY82-L17 | 205.17 | 0.927 |
| | 蕹菜種 (ck) | 181.04 | 0.962 |
| the 3rd | CYY82-L07 | 278.04 | 0.909 |
| | CYY82-L17 | 274.92 | 1.037 |
| | 蕹菜種 (ck) | 314.63 | 1.054 |
| the 4th | CYY82-L07 | 239.71 | 1.095 |
| | CYY82-L17 | 229.13 | 1.004 |
| | 蕹菜種 (ck) | 233.92 | 0.901 |
| the 5th | tCYY82-L07 | 306.50 | 0.903 |
| | CYY82-L17 | 318.08 | 0.996 |
| | 蕹菜種 (ck) | 329.88 | 1.102 |
| the 6th | CYY82-L07 | 245.79 | 0.944 |
| | CYY82-L17 | 272.42 | 0.909 |
| | 蕹菜種 (ck) | 255.21 | 1.146 |
| the 7th | CYY82-L07 | 292.08 | 1.092 |
| | CYY82-L17 | 283.46 | 0.998 |
| | 蕹菜種 (ck) | 268.29 | 0.910 |
| the 8th | CYY82-L07 | 330.05 | 1.253 |
| | CYY82-L17 | 303.42 | 0.715 |
| | 蕹菜種 (ck) | 327.58 | 1.033 |
| the 9th | CYY82-L07 | 296.71 | 1.024 |
| | CYY82-L17 | 286.75 | 1.003 |
| | 蕹菜種 (ck) | 287.63 | 0.972 |

與對照種無顯著差異，但卻遠較其他品系多，嫩梢葉數爲參試品系中最多，且達顯著差異，亦顯示該品系具有優良農藝特性且產量穩定品系。

## 三、區域試驗及穩定性分析

葉菜甘藷區域試驗之結果如表8所示，0.1公頃CYY82-L17之嫩梢總產量爲2019公斤，與對照種並無明顯差異存在。

葉菜甘藷CYY82-L17等3品種(系)在六地點9次採收期嫩梢平均產量穩定分析結果如圖1及表9，嫩梢產量之迴歸係數除第一次及第八次採收外，其餘各採收期之迴歸係數爲介於0.909至1.037之間，皆接近於1，顯示其嫩梢產量在各地區皆極穩定[5]；其中CYY82-L17在2、5、6、7次採收，其迴歸係數皆落在區域IV(圖1)，該區域爲高產及高穩定性，顯示該品系之在第2、5、6、7次採收時爲高產量，且在各地區之變異小；另外第1、4、8、9次落在區域II，該區域爲穩定性高，顯示該品系在第1、4、8、9次採收時，在各地區之產量變異小[5]，故綜合CYY82-L17在六個地區之表現，其嫩梢產量在大部分採收期之變異極小，且嫩梢產量亦高之品系。

葉菜甘藷區域試驗之農藝性狀調查如表10所示[2,7]，CYY82-L17之嫩梢葉數及葉鮮重比皆較對照種高，而嫩梢產量與對照種無顯著差異顯示CYY82-L17爲多葉且枝梗較細嫩之品系。綜合以上結果發現，CYY82-L17雖其嫩梢產量與對照種無顯著存在，但其具備多葉且枝梗細嫩之特性，故爲一極適合作爲葉菜用途品系。

表10. 葉菜甘藷新品系區域試驗之農藝性狀

**Table 10.** Agronomic characters of leafy sweet potato lines in regional trial

| Lines | tip shoot length (cm) | the leaf number of tip shoot | fresh leaf weight ratio (%) | tip shoot yield (kg/1000m$^2$) |
|---|---|---|---|---|
| CYY82-LO7 | 12.97 b | 6.64 b | 0.691 a | 227.21 a |
| CYY82-L17 | 13.20 ab | 7.07 a | 0.695 a | 232.95 a |
| 蘿菜種 (ck) | 12.86 b | 6.62 b | 0.668 b | 215.78 a |

[z] Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

## 四、主要病蟲害觀察試驗

葉菜甘藷主要病蟲害有縮芽病、蔓割病、病毒病、簇葉病、螟蛾、鳥羽蛾、潛葉蛾、猿葉蟲、粉蝨、蚜蟲、斜紋夜盜等[7]，於嘉義市及學甲鎮兩地區進行露天栽培及設施栽培，觀察結果如表11、12所示，由表11可知CYY82-L17病毒病及簇葉病無論在設施栽培及露天栽培爲害情形皆無，縮芽病及

表11. 葉菜甘藷主要病害觀查結果

**Table 11.** The observation of diseases for leafy sweet potato

| Lines | 縮芽病 Elsinoe batata | | 蔓割病 Stem rot | | 病毒病 Virus | | 簇葉病 Mycoplasma | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | net house | field | net house | field | net house | field | net house | field |
| CYY82-L07 | no | rare | no | rare | no | no | no | no |
| CYY82-L17 | no | rare | no | rare | no | no | no | no |
| 蘿菜種 (CK1) | no | rare | no | rare | no | no | no | no |
| 彰化種 (CK2) | no | rare | no | rare | no | no | no | no |

Natural infection level：no-uninfected; rare-infection rate less than10 %; medium-infection rate between 11-25 %; serious-infection rate more than26 %.

表12. 葉菜甘藷主要蟲害觀察結果

**Table 12.** The observation of insect rests for leafy sweet potato

| Lines | 螟蛾 *Omphisa anastomosalis* | | 鳥羽蛾 *Ochyrotica coneursa* | | 潛葉蛾 *Bedellia ferenodes* | | 猿葉蟲 *Corasposoma dauricum* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | net house | field | net house | field | net house | field | net house | field |
| CYY82-L07 | no | rare | no | rare | no | rare | rare | medium |
| CYY82-L17 | no | rare | no | rare | no | rare | rare | medium |
| 蕹菜種 (CK1) | no | rare | no | rare | no | rare | rare | medium |
| 彰化種 (CK2) | no | rare | no | rare | no | rare | rare | medium |

| Lines | 粉蝨 *Benisia argentifolii* | | 蚜蟲 *Myzus persicae* | | 斜紋夜盜蟲 *Spodoptera litura* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | net house | field | net house | field | net house | field |
| CYY82-L07 | rare | medium | rare | medium | no | no |
| CYY82-L17 | rare | medium | rare | medium | no | no |
| 蕹菜種 (CK1) | rare | medium | rare | medium | no | no |
| 彰化種 (CK2) | rare | medium | rare | medium | no | no |

Natural infection level：no-uninfected; rare-infection rate less than10％; medium-infection rate between 11-25％; serious-infection rate more than26％.

蔓割病除露天栽培時呈輕級發病外，其餘皆未觀察到病害，表12爲蟲害爲害情形，在設施栽培區未發現螟蛾、鳥羽蛾、潛葉蛾等蟲害發生，而上述蟲害在露天栽培則爲輕級爲害，而猿葉蟲、粉蝨及蚜蟲，設施栽培屬於輕級，而露天栽培屬於中級，另外斜紋夜盜則無論設施或露天栽培皆屬於無。

## 六、肥料試驗

CYY82-L17品系於85年7月種植，其結果如表13所示，四種施肥處理之嫩梢產量均較對照組高，其中CYY82-L17以基肥牛糞堆肥2kg/m$^2$＋硫酸銨追肥10g/m$^2$的處理之嫩梢產量更較對照組增產109.8％，因此，對葉菜甘藷CYY82-L17而言，在栽培上應是屬於需肥量較高的蔬菜，當田間採收之後，適時適量追施化學硫酸胺，有利於產量的增加[1,7]。

表13. 堆肥及硫酸銨追肥對葉菜甘藷嫩梢產量之影響

**Table 13.** Effect of fertilization on the tip shoot yield of leafy sweet potato line CYY82-L17

| Treatment | harvest date (g/2.4m$^2$) I | II | III | IV | total (g/2.4m$^2$) | index (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ox wastes 1kg/m$^2$＋ammonium sulphate10g/m$^2$ | 684 $^a$ | 1757 $^b$ | 1245 $^{ab}$ | 1337 $^{ab}$ | 5022 $^b$ | 160.6 |
| ox wastes 1kg/m$^2$ | 597 $^a$ | 1401 $^b$ | 926 $^b$ | 1626 $^{ab}$ | 4550 $^b$ | 145.5 |
| ox wastes 2kg/m$^2$＋ammonium sulphate10g/m$^2$ | 654 $^a$ | 2510 $^a$ | 1548 $^a$ | 1850 $^a$ | 6562 $^a$ | 209.8 |
| ox wastes 2kg/m$^2$ | 641 $^a$ | 2300 $^a$ | 915 $^b$ | 845 $^{ab}$ | 4701 $^b$ | 150.3 |
| check | 478 $^a$ | 1170 $^b$ | 840 $^b$ | 641 $^b$ | 3127 $^c$ | 100.0 |

$^z$ Means in each column followed by different letters show significantly different at 5％ level by DMRT.

## 七、栽培密度試驗

葉菜甘藷新品系CYY82-L17之栽培密度試驗於85年7月於嘉義分所進行，其試驗結果如表14所示。栽培密度以行株距20×25公分最佳，較對照(40×25公分)增產20.1％，且達明顯差異，另表中

表14. 栽培密度對葉菜甘藷CYY82-L17嫩梢產量之影響

**Table 14.** Effect of planting density on the tip shoot yield of leaf sweet potato line CYY82-L17

| Spacings | harvest date ($g/2.4m^2$) | | | | total | index |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | ($g/2.4m^2$) | (%) |
| 40 × 30 | 337 [d] | 498 [c] | 1258 [b] | 1421 [d] | 3511 [d] | 61.6 |
| 40 × 25(ck) | 497 [c] | 1057 [b] | 1845 [a] | 2305 [a] | 5703 [c] | 100.0 |
| 40 × 20 | 652 [b] | 1162 [b] | 2330 [a] | 2362 [a] | 6504 [b] | 114.0 |
| 20 × 30 | 586 [b] | 1421 [a] | 1900 [a] | 1750 [c] | 5656 [c] | 99.2 |
| 20 × 25 | 775 [a] | 1314 [a] | 2070 [a] | 2690 [a] | 6849 [a] | 120.1 |
| 20 × 20 | 594 [b] | 1302 [a] | 1925 [a] | 2090 [b] | 5910 [c] | 103.6 |

[z] Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by DMRT.

亦發現二行植(行距爲40公分)早期因栽培密度低，故嫩梢產量較三行植(行距爲20公分)低，但後期則無明顯差異，但基於全生育期皆能得到較高嫩梢產量，仍建議以20 × 25公分(三行植)之栽培密度較佳[1,7]。

## 八、新品系冷藏試驗

於八十四年夏作(6月27日至7月6日)，CYY82-L17品系之嫩梢貯藏試驗，處理分別是

A：塑膠袋打孔＋樣品沖洗

B：塑膠袋打孔＋樣品未沖洗

C：塑膠袋不打孔＋樣品沖洗

D：塑膠袋不打孔＋樣品未沖洗

試驗樣品置於冰箱，內置溫度計，冰箱內之溫度維持在6-7℃，其結果如表15，其中C處理較佳，於貯藏5天後，其失重率僅達0.4％爲最佳；D處理在第五天爲1.8％爲次優處理方式。故將清洗過之甘藷嫩梢以不打孔塑膠袋存於於溫度6-7℃下之冰箱內，貯藏天數爲5天，仍可維持葉菜甘藷新鮮翠綠。

表15. 新品系冷藏試驗失重率

**Table 15.** The percentage of fresh weight loss for CYY82-L17 leafy sweet potato in the cold-stored under 4 treatments

| Stored day | the decrease rate of fresh weight(%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| (days) | treatment A | treatment B | treatment C | treatment D |
| 1 | 4.9 [d] | 6.4 [b] | 0.0 [a] | 0.9 [a] |
| 2 | 7.8 [c] | 12.8 [a] | 0.1 [a] | 0.9 [a] |
| 3 | 10.5 [b] | 11.2 [a] | 0.2 [a] | 1.8 [a] |
| 4 | 13.2 [b] | 12.7 [a] | 0.3 [a] | 1.4 [a] |
| 5 | 19.9 [a] | 13.6 [a] | 0.4 [a] | 1.8 [a] |

[z] Means in each column followed by different letters show significantly different at 5 % level by PMRT.

## 九、CYY82-L17化學成分分析

(1)粗纖維分析

本分所八十四年夏作(8月13日至10月12日)採收之CYY82-L07、CYY82-L17及蕹菜種等品種(系)葉片，於本分所自行分析粗纖維含量，其結果如表16所示。CYY82-L17在第Ｉ、II次採收時100公克乾葉片之粗纖維含量低於對照種，即第Ｉ、II次採收時CYY82-L17其葉片粗纖維含量較對照種

少，而在III至V次採收時雖略低於對照種，但差異並不顯著。

表16. CYY82-L07與CYY82-L17品系之粗纖維含量分析結果(單位：g/100g)

**Table 16.** Comparisons of crude fiber contents in two leafy sweet potato lines

| Lines | harvest date(month/day) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 8/13 | 8/27 | 9/11 | 9/25 | 10/12 |
| CYY82-L07 | 10.8 [a] | 11.4 [a] | 11.5 [a] | 11.0 [a] | 12.8 [a] |
| CYY82-L17 | 8.9 [b] | 10.7 [b] | 11.4 [a] | 10.7 [a] | 12.3 [a] |
| 蕹菜種 (ck) | 10.8 [a] | 11.3 [a] | 12.1 [a] | 10.8 [a] | 13.1 [a] |

[z] Means in each column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level by DMRT.

(2)另於八十六年夏作(8月)取樣，取樣部位為自頂芽以下約10-12公分長食用部位嫩梢於取樣當日送新竹食品工業發展研究所進行分析測定，依據86年10月13日服字397(CYY82-L17) 及3398(蕹菜種)號函送達之分析報告表之結果如表17所示，CYY82-L17之粗蛋白、鈣、磷、鎂與鉀及維生素A、C與葉酸較蕹菜種高；而灰分、鐵及維生素B2則含量較低，其中草酸亦較蕹菜種少。

表17. CYY82-L17鮮葉片之化學成分分析表

**Table 17.** Chemical analysis of leafy sweet potato line CYY82-L17

| Lines | water | crude protein | ash | crude fiber | calcium | phosphorus | iron | potassium |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (g/100g) | | | | (g/100g) | | | |
| CYY82-L17 | 89.0 | 3.24 | 1.31 | 1.34 | 51.87 | 62.73 | 1.40 | 501.73 |
| 蕹菜種 | 89.58 | 1.31 | 2.82 | 1.30 | 39.74 | 26.46 | 2.08 | 464.79 |

| Lines | vitamin(mg/100g) | | | oxalic(g/100g) | folic acid(mg/100g) |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | $B^2$ | C | | |
| CYY82-L17 | 754.69 | 0.20 | 45.94 | 0.07 | 76.91 |
| 蕹菜種 | 404.8 | 3.02 | 17.52 | 0.15 | 53.73 |

## 十、食味品評

在八十四年夏作(8月13至10月12日)進行食味品評[7]，品評結果如表18所示，CYY82-L07在外觀、質地、苦甜味及適口性上與對照種同，而CYY82-L17在外觀及質地上與對照種相同，而苦甜味及適口性則較對照種略優，而CYY82-L46與CYY82-L62適口性等均較對照種差。

## 十一、新品系CYY82-L17之特性

(一)植物性狀

(1)莖蔓：莖蔓長度中等，株型半直立，莖色呈深綠色，無茸毛。

(2)葉：頂葉淡綠色，成熟葉呈深綠色，新生葉之葉形為戟形，成熟葉呈鼻形，葉表面及葉中脈皆為綠色，葉柄亦為深綠色，且光滑無茸毛。

(3)開花習性：開花期約在冬季，但花數極少，經調查480株，僅2株開花，其開花率為0.42％。

(4)塊根：塊根形狀呈紡錘形，皮色及肉色皆為白色，著生塊根數目極少。

(二)園藝性狀

(1)生育習性：半直立、莖蔓長度中等，初期莖蔓生長快速，夏作植後2個月蔓長達80-120公分，植冠覆蓋畦面可達80-120平方公分，且分枝性強，長度15-20公分的分枝數有15-20枝。

(2)生育日數：生育日數長，田間栽培配合適當田間管理種植期可長達二年，方需更新，在設施栽

表18. 新品系之食味品評比較

**Table 18.** Penal test of leafy sweet potato lines

| Lines | appearance | texture | taste | mouthful |
|---|---|---|---|---|
| CYY82-L07 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| CYY82-L17 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| CYY82-L46 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| CYY82-L62 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 蕹菜種(ck) | 3 | 3 | 3 | 3 |

[z] Panel test stardard ： 1-very poor, 2-poor, 3-same as check, 4-good, 5-excellent.

培更長達三年，仍能維持固定生長量。

(3)適應地區：全省各地區均可栽培。

(4)種植時期：全年皆可栽培，但以春夏作種植，產量及品質較佳。

(5)適應土壤：富含有機質砂質壤土或壤土及排水良好之粘質土壤皆可栽培。

(6)嫩梢產量：單次可食用嫩梢產量爲每公頃2240公斤，全年總產量爲20190公斤。

## 十二、品種優劣點

(一)優點

(1)株型爲半直立，莖葉向上生長，適合機械採收。機械採收每小時可採收200-400公斤，人工採收每小時爲30-48公斤，故機械採收效能高於人工採收4-10倍。

(2)莖葉生長快，再生能力強，夏季採收後約7-10天即可再次採收，可適時快速供應市場銷售。

(3)莖葉細嫩，採收後不需去除莖及葉柄表皮即可煮食，且煮後不變色，適口性佳。

(4)生長供應期長，種植二年，仍能繼續維持穩定產量。

(5)維生素A、C及葉酸含量豐富。

(6)經濟效益高：根據八十六年學甲地區試種結果，全年採收量爲20,580公斤／公頃，每公斤爲25元，總收益爲514,500元，扣除生產成本112,000元／公頃，純收益爲402,500元／公頃。

(二)缺點：嫩梢產量中等，本品系嫩梢平均產量爲每公頃20190公斤，僅較蕹菜種20120公斤稍高。

## 十三、栽培注意事項：

(一)藷苗：適宜藷苗以6-8節，長度約20-30公分健壯先端苗爲佳。

(二)種植期：因性喜高溫、多濕，故雖全年均可種植，但仍以3－4月種植最佳，因生育期間因高溫多雨，故生長快速，品質亦極佳。

(三)種植密度：爲配合機械採收，畦寬以80公分爲宜，畦長則無限制，栽培密度則以20×25公分較佳。

(四)田間管理

a.灌溉：莖葉生長需充分供應水分，以利其生長，夏季較炎熱約5-7天灌溉一次，冬季約7-10天灌溉一次。

b.肥料施用量：種植前每公頃施用10000公斤有機肥作爲基肥，其後每次採收後每公頃追施100公斤硫酸銨作爲追肥，以促進莖葉生長。

c.病蟲害防治：溫網室內雖無明顯病蟲害，但在部份露天地區仍發生粉蝨、蚜蟲及猿葉蟲等爲害，故亦需注意防治，防治方法請參照農林廳編印「植物保護手冊」。

(五)採收：夏季僅7-14天即可採收，冬季約20-25天。採收後立即清除田區老舊莖葉，以清除殘株上之害蟲卵塊及幼蟲，如此可避免使用農藥。

(六)貯藏：採收後稍加清洗，放入不打孔塑膠袋內，放置於6-7℃下低溫貯藏，放置5天仍可保持莖葉新鮮度。

## 引用文獻


1. 李良。1962。甘藷圃場試驗檽式與逢機完全區集設計效率之研究。中華農學會報新40:40-49。
2. 李良。1964。甘藷品種區域試驗技術之研究。中華農學會報 新45:11-17。
3. 李良。1974。甘藷逢機交配集團各連續世代之變異及平均表現之研究。中華農業研究 23:255-262。
4. 李良。1986。甘藷優良後裔選拔基準之研究。科學月刊9:930-940。
5. 呂秀英。1994。穩定性迴歸分析之SAS程序。中華農業研究43:283-292。
6. 湯文通。1967。作物育種原理與實施。台灣大學農學院農藝系出版468-505頁。
7. 農林廳。1989。雜糧作物育種程序及實施方法1-27頁。
8. Snedecor, G. W. 1967. Statistical methods, The Iowa College Press. Amer. Iowa。

# Development of Leafy Sweet Potato Variety Tainung 71[1]

Yung-chang Lai, Hain-Clen Lee, and Yi-sin chen[2]

## Summary

Leafy sweet potato line,CYY82-L17, was derivated from sweet potato random mating population descent seedling, through primary and advanced yield trial, regional trial, disease and insect observation, fertilization trial,density trial. Tainung 71 was formally designated by Taiwan Provincial Department of Agriclture and Forestry on May 6, 1998, and with characterisics of moderate vines, semi-compact plant type, deep green color stem, no downy hair, light green immature leaf, deep green mature leaf, nose shape leaf, deep green petiol. Tainung 71 was superiors in semi-compact plant type, and suitable for mechanical harvesting; 2. top part grows rapidly, and can be harvested about 7-10days in summer crop; 3. tender tip shoot, and eating quality is excellent; 4. can grows more than two years, and have constant tip shoot yield during all growth period; and leaf contains a lof of vitamin A, C and folic acid.

**Key words** ： leafy sweet potato, yield trial, regional trial

---

1. Contribution No. 2021 from Taiwan Agricultural Research Institute,Council of Agriculture.
2. Respectively,Assistant Agronomist, Assistant, and Senior Agronomist and Head of Dept. Agronomy, Chiayi Agricultural Experiment Station(AES), TARI, Chiayi, Taiwain, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 28～35 (2000)

# 保健用藥用植物之重金屬元素分析[1]

劉新裕[2]、朱戩良[3]、林義恭[2]、張同吳[2]、王昭月[4]

**摘要**：針對各地農會與農民所重視之17種保健用藥用植物，本研究利用感應耦合電漿-原子發射光譜分析儀，即ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atom Emission Spectrophotometer)，進行2種有害重金屬元素，即Cd及Pb，與10種人體需要之元素，即P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Cr及Ni等，之分析與比較，所得結果可供農業單位進行保健植物大量生產與推廣之參考。分析結果顯示，香蘭葉子含有較高量之Fe、Cd、Cr、Ni，其Fe之含量比其他參試植物高出約3~39倍，Cd、Cr、Ni之含量亦高出約3~32倍；相較之下，山藥塊莖含最低量之Ca、Mg、Mn、Zn、Ni及Pb；鳳尾草全株則含最低量之P、K、Ca、Mg、Mn、Cu及Zn。本研究參試之17種藥用植物中，Cu、Zn、Cd、Pb等金屬元素之最高含量，依次為12.3, 47, 0.65及20.3 ppm，皆屬低量。惟香蘭似有蓄積較高量Fe、Cd、Cr、Ni之現象，其含量比其他參試植物高出很多，值得重視。

**關鍵詞**：藥用植物、礦物質、重金屬元素、每日可接受取食量

## 前　言

礦物質為人體五大營養素之一，其含量約佔人體體重之4.7%，遠低於水分之68.0%、蛋白質之14.4%及油脂之12.5%，卻多於醣類之0.4%。自然界中有92種天然元素，人體是由60多種元素所組成，體內礦物元素之種類雖然很多，主要的有二十多種，其中的14種為人體所必需，如磷(P)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、鈉(Na)、硫(S)及氯(Cl)等7種大量元素，以及鐵(Fe)、錳(Mn)、銅(Cu)、鋅(Zn)、鈷(Co)、鉬(Mo)與碘(I)等7種微量元素。各種元素均影響一或多種特殊的生理作用，在生物體中擔負特殊生理功能；就礦物質P而言，其與細胞之成長與修護，以及腎功能有關；K能調節體液之pH值，影響神經傳導及心肌活動；Ca促進骨骼及牙齒發育，與肌肉收縮及神經傳導有關；Mg影響碳水化合物之代謝，與高能鍵之轉換有關；Fe增進氧氣運送，且與酵素活性有關；Mn與某些酵素之活性有關；Cu與血紅素之產生有關；Zn與一些酵素之活性有關，又是胰島素之成分之一(8)。

惟隨著人類文明之快速進展，逐漸地亦將不少有毒的重金屬，從地殼深處被帶到人類生存的環境中，這些重金屬不但對人體生理機能不具益處，而且在有機體內具有蓄積作用，小劑量就可顯現毒性，造成污染與毒害(14)，其中影響最嚴重的為鎘(Cd)、鉛(Pb)與汞(Hg)三種重金屬。人們在日常飲食中，尤其是服用藥物時，不可不加強防範，以免受害。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2022號。

2. 本所農藝系研究員、助理研究員、助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3.本所農化系助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
4.本所作物種原室助理研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

種植一般作物或藥用植物的生長環境，若遭到來自水源、施肥[11,14]及空氣落塵等之重金屬污染，將造成重金屬積存於植物的根、莖、葉和果實中；此外，生藥製劑中重金屬的可能污染，除了部分係人爲添加外，經由生藥的製造過程，有可能遭致重金屬的污染[10]。作物植體內重金屬的產生及其含量，與土壤中重金屬的含量與型態、作物之類別與品種、土壤之質地、酸鹼性(pH)與還原電位(Eh)、以及田間環境與管理方式等皆有相關[4,13,15,16]。

有害之重金屬，如鎘、鉛、汞，以及其他各種重金屬如銅、鋅、鎳(Ni)、砷(As)、鉻(Cr)及錳等，在土壤中移動性小，極易在土壤中累積，藉由植物體之吸收及被食用，在人體中的代謝不但極緩，且一般重金屬或小劑量或過量皆可顯現毒性，所以將嚴重危害人體健康[1,3,7]。如鉛可與人體腦部中樞神經系統結合，如果長期服用含鉛藥物，將會積存在腦部，使腦部受損，智力減退；鉛並非人體必要的元素，過量的鉛亦會引起胃腸機能障礙與貧血等症候[6]。攝取過量的鎘和鉻，對人體將有全身性的毒性。攝取過量的錳，會破壞人的中樞腦神經系統，不論成人及小孩均會產生嚴重的不良影響；過量的銅可導致人體黏膜的刺激與腐蝕，並引起中樞神經及肝腎中毒；過量鋅會造成嘔吐、腹痛等中毒現象；過量鎳可導致口腔癌、咽癌、直腸癌及肺癌，亦可引起皮膚過敏、過敏性濕疹等病徵[6]。若生藥含有重金屬成分，經攝取後會在體內造成蓄積作用，尤其對嬰孩的害處更爲嚴重，近年來有關嬰兒鉛中毒事件，經追蹤發現，係肇因自所服用的八寶散，此製劑內含過量的鉛，嬰兒因爲抵抗力較弱，中毒症狀立刻顯現[10]。

本研究針對各地農會與農民所重視之17種保健用藥用植物(表1)，就二種有害重金屬元素，即Cd, Pb，與10種人體需要之元素，即P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni等，進行分析與比較，所得結果將可供相關單位進行保健用藥用植物大量生產與推廣之參考。

## 材料與方法

**一、試驗材料**：包括細葉山葡萄等藥食同源之保健植物共17種，其中之麥門冬含塊根及葉二部分，相關保健植物之名稱、學名、來源及分析部位列如表1。

**二、實施方法與進行步驟：**

(一)保健植物礦物元素分析之前處理：

1.表1之保健植物依照分析部位取樣各2 g，三重複，於烘箱中以70 ℃烘乾12小時。

2.坩堝秤重至小數點第四位($W_0$)。於坩堝內添加粉狀樣品2 g，再精秤總重($W_1$)。

3.$W_1 - W_0$＝樣本重。

4.內含樣本之坩堝放入灰化爐中，以550 ℃燒白6小時。

(二)礦物元素分析：

1.坩堝內灰分樣品加入5 ml 3N HCl，坩堝加蓋，且置於沸騰水浴器煮沸10分鐘(在抽氣櫥中進行)，以溶出礦物元素。

2.先用41號濾紙(直徑9 cm)過濾，再加0.2 N HCl，且定量至50 ml，放入100 ml塑膠瓶中備用。

3.利用感應耦合電漿-原子發射光譜分析儀，即ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atom Emission Spectrophotometer , Jobin-Yvon JY 38 type III)分析，分析項目分爲(1)人體需要之元素，即P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni等共10種。(2)有害重金屬元素，即Cd, Pb等共2種。

## 結果與討論

各種微量元素均與一種或多項特殊生理作用有關，在生物體中擔負各種生理功能，與臟器、組織和細胞之關係密切，它們原爲體內各種激素、維生素、核酸等物質的構成元素，參與調節多項生理作

表1. 17種保健植物簡介

**Table 1.** Brief description of 17 medicinal plants

| No. | Chinese name | Analyzed parts | Origin | Scientific name |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 山葡萄 | Vine & leaves | Taichung | *Vitis thunbergii* Sieb. & Zucc. var. taiwaniana Lu. |
| 2 | 杭菊 | Flowers | Taitung | *Chrysanthemum indicum* L. |
| 3 | 洛神花 | Flowers | Taitung | *Hibiscus sabdariffa* L. |
| 4 | 桑樹 | Stems | Miaoli | *Morus australis* Poir |
| 5 | 山藥 | Tubers | Taichung | *Dioscorea alata* L. |
| 6 | 枸杞 | Stems | Taoyuan | *Lycium chinense* Mill. |
| 7 | 苧麻 | Stems & leaves | Taitung | *Boehmeria nivea* (L.) Gaud. var. *nivea* |
| 8 | 藿香 | Stems & leaves | Taitung | *Agastache rugossa* (Fisch et Mey.) O. Kuntze |
| 9 | 麥門冬 | Roots & leaves | Taichung | *Liriope spicata* Lour. |
| 10 | 五葉參(七葉膽) | Vine & leaves | Taitung | *Gynostemma pentaphyllum* Makino. |
| 11 | 香蘭 | Leaves | Taichung | *Pandanus odorus* Ridl. |
| 12 | 仙草 | Vine & leaves | Taoyuan | *Mesona procumbens* Hemsl. |
| 13 | 愛玉子 | Fruits | Taitung | *Ficus pumila* L. var. *awkeotsang* (Makino.) Corner |
| 14 | 魚腥草 | Vine & leaves | Taitung | *Houttuynia cordata* Thunb. |
| 15 | 靈芝 | Fruiting bodies | Taitung | *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex. Fr.) Karst |
| 16 | 鳳尾草 | Whole herbs | Taitung | *Peteris ensiformis* Burm. |
| 17 | 一條根 | Roots | Kinmen | *Cynoglossum zeylanicum* (Vahl.) Thunb. ex. Lehmann |

表2. 不同保健植物必需礦物元素含量之比較

**Table 2.** Comparison on the essential element contents among different medicinal plants

| Medicinal plants | P (mg/g) | K (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg(mg/g) |
|---|---|---|---|---|
| *V. taiwaniana* | 2.1 bc[z] | 14.0 abcdef | 12.2 ab | 1.3 cd |
| *C. indicum* | 1.9 bcd | 14.5 abcde | 6.1 bcdef | 1.9 bcd |
| *H. sabdariffa* | 2.0 bcd | 14.5 abcde | 7.0 bcdef | 1.8 bcd |
| *M. australis* | 2.1 bcd | 11.3 cdef | 3.1 def | 1.5 cd |
| *D. opposita* | 1.9 bcd | 13.9 abvdef | 0.2 f | 0.6 d |
| *L. chinense* | 2.3 bc | 17.1 abcd | 4.0 cdef | 1.7 cd |
| *B. nivea* | 1.7 cde | 14.3 abcde | 17.5 a | 2.3 abc |
| *A. rugossa* | 1.7 cde | 10.1 cdef | 5.1 bcdef | 2.3 abc |
| *L. spicata* (roots) | 3.2 a | 18.7 abc | 3.8 cdef | 1.7 bcd |
| *L. spicata* (leaves) | 2.6 ab | 6.1 ef | 4.2 cdef | 2.1 abcd |
| *G. pentaphyllum* | 2.0 bcd | 2.0 bcd | 11.1 abc | 3.5 a |
| *P. odorus* | 2.6 ab | 7.2 def | 4.4 cdef | 2.7 abc |
| *M. procumbens* | 1.7cde | 21.4 ab | 8.0 bcde | 1.8 bcd |
| *F. awkeotsang* | 1.2de | 23.3 a | 9.5 bcde | 1.7 cd |
| *H. cordata* | 2.7ab | 17.0 abcd | 10.6 abcd | 3.3 ab |
| *G. lucidum* | 1.9bcd | 8.0 def | 2.9 def | 1.4 cd |
| *P. ensiformis* | 0.9e | 4.3 f | 2.5 ef | 1.3 cd |
| *C. zeylanicum* | 2.1bcd | 14.1 abcdef | 6.1 bcdef | 2.6 abc |

[z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different at the 5% level using the LSD test.

用：如生長、發育、生殖、器官活動、肌肉運動、水和電解質平衡、蛋白質、脂肪與醣類的代謝、核酸的合成、電荷載體以及傳遞神經脈衝信息等，甚至可影響遺傳變異與致癌[(8)]。雖然微量元素與人體健

表3. 不同保健植物必需金屬元素含量之比較

**Table 3.** Comparison on the essential metal element contents among different medicinal plants

| Medicinal plants | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Cu (ppm) | Zn (ppm) |
|---|---|---|---|---|
| *V. taiwaniana* | 276 efgh [z] | 14 c | 10.2 abc | 31 abc |
| *C. indicum* | 180 fgh | 62 bc | 9.4 abcde | 22 bc |
| *H. sabdariffa* | 113 gh | 19 c | 6.2 defg | 16 bc |
| *M. australis* | 237 efgh | 18 c | 5.3 fg | 25 bc |
| *D. opposita* | 227 efgh | 3 c | 8.3 bcdef | 11 c |
| *L. chinense* | 260 efgh | 17 c | 9.9 abcd | 23 bc |
| *B. nivea* | 217 efgh | 31 bc | 5.6 efg | 11 c |
| *A. rugossa* | 817 bcd | 26 bc | 9.2 abcde | 17 bc |
| *L. spicata* (roots) | 229 efgh | 20 c | 9.0 abcdef | 24 bc |
| *L. spicata* (leaves) | 859 bc | 28 bc | 12.3 a | 35 ab |
| *G. pentaphyllum* | 575 cde | 48 bc | 6.7 cdefg | 18 bc |
| *P. odorus* | 3560 a | 45 bc | 7.9 bcdef | 30 abc |
| *M. procumbens* | 517 cdef | 298 a | 6.7 cdefg | 21 bc |
| *F. awkeotsang* | 91 h | 31 bc | 3.8 g | 19 bc |
| *H. cordata* | 669 bcd | 58 bc | 9.6 abcd | 17 bc |
| *G. lucidum* | 299 efgh | 17 c | 11.2 ab | 21 bc |
| *P. ensiformis* | 992 b | 23 c | 3.9 g | 12 c |
| *C. zeylanicum* | 578 defg | 165 ab | 7.4 cdefg | 47 a |

[z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different at the 5% level using the LSD test.

康息息相關，但是人體對微量元素的需要有一定之限度，缺乏或過量攝取均會造成不良影響。

P等8種礦物元素在不同藥用植物之含量分析與比較結果如表2及表3所示。在P、K、Ca、Mg等4種礦物元素方面，P之含量在參試之17種保健用藥用植物中呈現顯著差異現象；以麥門冬根部含P量最高，達3.2 mg/g，其次爲魚腥草全草、麥門冬葉及香蘭葉之2.6~2.7 mg/g，含量最低者爲鳳尾草全株之0.9 mg/g。K之含量在參試藥用植物中亦呈現顯著差異現象；以愛玉子果實之K含量最高，達23.3 mg/g，其次爲仙草莖葉之21.4 mg/g，含量最低者爲鳳尾草全株之4.3 mg/g。Ca之含量亦呈現顯著差異現象，以苧麻莖葉Ca之含量最高，達17.5 mg/g，其次爲山葡萄莖葉，含量達12.2 mg/g，含量最低爲山藥塊莖之0.2 mg/g。Mg之含量在參試藥用植物中未達顯著差異水準，以五葉參全草之含量最高，達3.5 mg/g，其次爲魚腥草全株之3.3 mg/g，含量最低爲山藥塊莖之0.6 mg/g(表2)。

在Fe、Mn、Cu、Zn等4種微量元素方面，參試17種保健用藥用植物Fe之含量呈現極顯著差異現象，以香蘭葉之含量最高，高達3560 ppm，其次爲鳳尾草全株之992 ppm，含量最低者爲愛玉子果實之91 ppm；Mn之含量在參試藥用植物中呈現顯著差異現象，以仙草莖葉最高，達298 ppm，其次爲一條根根部之165 ppm，含量最低爲山藥塊莖、山葡萄莖葉、枸杞莖枝、靈芝子實體、桑樹莖枝、洛神花、麥門冬根及鳳尾草全株；Cu之含量亦呈現顯著差異現象，以麥門冬葉之含量最高，達12.3 ppm，其次爲靈芝子實體之11.2 ppm，含量最低爲愛玉子果實之3.8 ppm及鳳尾草全株之3.9 ppm；Zn之含量在參試藥用植物中未達顯著差異水準，以一條根根部最高，達47 ppm，其次爲麥門冬葉之35 ppm，含量最低爲苧麻莖葉與山藥塊莖之11 ppm，及鳳尾草全株之12 ppm (表3)。

針對Cd、Cr、Ni、Pb等4種重金屬元素在不同保健用藥用植物之分析比較結果列如表4。參試17種藥用植物中Cd之含量呈現極顯著差異現象，以香蘭葉之含量最高，達0.65 ppm，其次爲麥門冬葉之0.30 ppm及五葉參全草之0.29 ppm，含量低至幾乎無法偵測者爲洛神花及霍香莖葉；Cr之含量亦

表4. 不同保健植物重金屬元素含量之比較

**Table 4.** Comparison on the contents of heavy metal elements among different medicinal plants

| Medicinal plants | Cd (ppm) | Cr (ppm) | Ni (ppm) | Pb (ppm) |
|---|---|---|---|---|
| *V. taiwaniana* | 0.05 efg [z] | 2.15 fghi | 2.08 ef | 20.28 a |
| *C. indicum* | 0.09 defg | 1.18 i | 2.18 ef | 1.18 c |
| *H. sabdariffa* | 0.02 g | 2.04 ghi | 2.51 ef | 2.14 bc |
| *M. australis* | 0.05 efg | 7.42 bc | 5.23 bc | 1.47 c |
| *D. opposita* | 0.05 efg | 1.68 hi | 1.45 f | N.D. |
| *L. chinense* | 0.05 efg | 3.38 efgh | 2.15 ef | 1.07 c |
| *B. nivea* | 0.14 cdefg | 2.23 fghi | 1.96 ef | 4.72 b |
| *A. rugossa* | 0.03 g | 5.88 cd | 4.12 cd | N.D. |
| *L. spicata* (roots) | 0.05 efg | 4.05 def | 3.20 de | 4.73 b |
| *L. spicata* (leaves) | 0.30 b | 8.85 b | 6.43 b | N.D. |
| *G. pentaphyllum* | 0.29 b | 2.88 fghi | 2.87 def | N.D. |
| *P. odorus* | 0.65 a | 19.33 a | 18.20 a | N.D. |
| *M. procumbens* | 0.18 bcde | 3.91 defg | 3.03 de | N.D. |
| *F. awkeotsang* | 0.05 efg | 2.71 fghi | 3.01 def | 4.87 b |
| *H. cordata* | 0.16 cdef | 3.57 efgh | 3.03 de | N.D. |
| *G. lucidum* | 0.22 bc | 3.34 efgh | 2.35 ef | 0.70 c |
| *P. ensiformis* | 0.18 bcde | 4.93 de | 3.35 de | N.D. |
| *C. zeylanicum* | 0.18 bcde | 2.73 fghi | 1.89 ef | 1.23 c |

N.D. means concentration below detectable limit.

[z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different using the LSD test.

呈現極顯著差異現象，以香蘭葉最高，達19.33 ppm，其次爲麥門冬葉之8.85 ppm，含量最低爲菊花之1.18 ppm；Ni之含量亦呈現極顯著差異現象，以香蘭葉最高，達18.20 ppm，其次爲麥門冬葉之6.43 ppm，含量最低爲山藥塊莖之1.45 ppm；Pb之含量亦呈現極顯著差異現象，以山葡萄之莖葉最高，達20.28 ppm，其次爲苧麻莖葉、麥門冬根及愛玉子果實，含量皆達4.7 ppm以上，含量最低爲山藥塊莖、霍香莖枝、麥門冬葉、五葉參全草、香蘭葉、仙草莖葉、魚腥草及鳳尾草之全草，低至無法偵測。

綜論表2、表3及表4之分析比較結果可知，香蘭葉部含有較高量之Fe、Cd、Cr、Ni，其中Fe之含量比其他參試植物高出約3~39倍，Cd、Cr、Ni之含量約高出3~32倍，値得農友重視。此外，香蘭葉中P、Mg及Zn之含量亦不低。相較之下，山藥塊莖之Ca、Mg、Mn、Zn、Ni及Pb含量甚低，其Cd、Cr之含量亦不高；鳳尾草全草含最低量之P、K、Ca、Mg、Mn、Cu及Zn。

聯合國國際農糧組織與世界衛生組織 (FAO/WHO) 於1973年制訂人體對毒物每日可接受食用量 (Acceptable daily intake, 簡稱ADI)之安全規則，其內涵爲在整個生命過程中，人體每日接受低於一定劑量之某種化學物質，不致受到毒害，其單位爲每公斤體重可攝取之微克數 ($\mu$ g/kg b. w. / day)。例如成人平均每天銅的攝取量不可多於2mg、鋅爲15mg [(2)]、鎘爲48-60 $\mu$ g、鉛爲357.5 $\mu$ g、砷爲100 $\mu$ g、汞爲35.5 $\mu$ g [(4)]。在本研究17種參試藥用植物中，相關銅、鋅、鎘、鉛最高含量依次爲12.3, 47.0, 0.65及20.3 ppm(表3及表4)，則每日該藥用植物之最大食用量依次不可超過0.163kg、0.319kg、0.074kg及0.018kg，若能進一步參考每日食用之所有食品種類及相關ADI安全攝取量，再決定每日相關藥用植物之攝取量，庶可免除過量之慮。

根據1992年農業藥物毒物試驗所之研究報告[(4)]可知，在687個作物總樣品數中米類、果菜類、葉

菜類、根菜類各佔50%、13%、21%、16%，其植體內8種重金屬之含量以鋅的含量最高，銅、鎳、鉛次之，其他金屬如砷、鎘、鉻、汞的含量極低，米類因其水分含量標準係13%，較其他作物類低，因此總重金屬的相對含量較其他作物爲高，國人取食的作物重金屬含量詳如附錄1所示。由於我國作爲麵粉原料的小麥大部分係由美國進口，因此附錄1中麵類重金屬含量之數據係參考美國小麥中重金屬之含量[4]。另由農業藥物毒物試驗所之試驗結果可知：我國國民經由米類、蔬菜、麵類所攝取的重金屬量與ADI標準值比較，鎘和鉛的每人每日攝取量分別爲32.8 μg及339.6 μg，頗接近ADI之標準值48-60 μg及357.5 μg[4] (附錄2)，國人若需要攝取某些保健植物時，宜特別留意其重金屬之含量，尤其是否含鉛、鎘、汞等有害重金屬。根據進出口資料可知，每年進口中藥材之金額超過台幣200億元，惟由1996年行政院衛生署藥物食品檢驗局之調查研究年報可知，部分進口中藥材已遭受重金屬的污染，如在11類不同用途共計103種大陸中藥中，有4件的砷含量偏高，有2件之鉛(Pb)、銅(Cu)、鎘(Cd)、汞(Hg)、砷(As)合計值超過100ppm；4件砷含量偏高的中藥方劑中，以四物湯的重金屬含量明顯較低。由於個別重金屬對人體毒性不盡相同，因此以重金屬總含量100ppm爲中藥廠的廠內規格上限，似有修正之必要[9,10]。

**附錄1.** 不同作物之重金屬含量 [4]

**Appendix 1.** Contents ( μg/g ) of heavy metals in various crops [4]

| Heavy metal | Rice | Fruit | Vegetables | Roots | Cereals |
|---|---|---|---|---|---|
| As | 0.150 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.009 |
| Cd | 0.060 | 0.020 | 0.020 | 0.040 | 0.040 |
| Cr | 0.140 | 0.050 | 0.002 | 0.006 | 0.009 |
| Cu | 2.160 | 0.670 | 0.390 | 0.570 | 3.920 |
| Hg | 0.001 | 0.004 | 0.003 | 0.006 | 0.009 |
| Ni | 0.470 | 0.180 | 0.180 | 0.310 | 0.280 |
| Pb | 0.370 | 0.400 | 0.310 | 0.490 | 0.560 |
| Zn | 34.090 | 5.270 | 3.200 | 5.210 | 4.350 |

**附錄2.** 國人每人每天重金屬之攝食量及每日可接受攝取量 [4]

**Appendix 2.** Current daily intake ( μg/person/day) and acceptable daily intake (ADI, μg/person/day) of heavy metals in Taiwan[4]

| Heavy metal | Current daily intake | ADI |
|---|---|---|
| As | 23.2 | 100.0 |
| Cd | 32.8 | 48-60 |
| Cr | 30.7 | --- |
| Cu | 1,857.0 | --- |
| Hg | 4.5 | 35.5 |
| Ni | 202.7 | --- |
| Pb | 339.6 | 357.5 |
| Zn | 7,555.0 | 12,500.0 |

重金屬在人體中的代謝緩慢，毒害卻極大，一般農作物或藥用植物生長的環境應避免遭到來自灌溉水、施用有機肥料、工廠污染及空氣落塵等重金屬污染；另外，藥材中重金屬的來源，除了部分製劑係添加不明成分之外，在修製過程或在製造科學中藥的過程，都應防範可能造成的任何重金屬污染。一般重金屬在植物體中的累積以根部最多，而藥用植物之根部又經常被利用爲藥材，因此，藥材

生產與管理單位必須藉助現代檢驗技術與科學化之栽培管理，使重金屬無所遁形，將其污染減至最低程度，這是農作物或保健藥用植物開發與利用的一項重要課題。

衛生署初步研議45種可供膳食用的藥材，若廠商在產製食品中僅摻加這類藥材，可視為食品，不再以藥品管理。這45種藥材分別是：人參、枸杞子、當歸、川芎、白芍、熟地、生地、黃耆、黨參、天麻、淡菜、蓮子、芡實、山藥、茯苓、山楂、烏梅、胡桃、松子、胖大海、百合、銀耳、白果、薤白、薏苡仁、黑棗、丁香、山奈、桂皮、花椒、大茴、小茴、桂枝、橘皮、冬蟲夏草、甘草、豆蔻、砂仁、紅棗、菊花、黃精、白朮、荷葉、酸棗仁、雞內金等。本研究經初步試驗證實，參試17種保健用藥用植物之重金屬含量，部分種類如山藥之塊莖之含量雖不高，部分則否，以銅、鋅、鎘及鉛之最高含量植物如麥門冬葉之銅含量(12.3 ppm)、一條根根部之鋅含量(47 ppm)、香蘭葉之鎘含量(0.65 ppm)及山葡萄莖葉之鉛含量(20.28 ppm)為例，每日各該植物之攝取量依次不得超過0.163kg、0.319kg、0.074kg及0.018kg。本研究參試17種保健用藥用植物應再通過其他安全性、藥理及機能性測試，再評估是否可進行大量生產與推廣。

## 誌 謝

本研究承蒙台灣省政府前農林廳補助計畫經費(計畫名稱：88年度保健植物藥理及機能性評估計畫)，試驗進行期間得蒙台東區農業改良場、桃園區農業改良場、金門農業試驗所等單位提供部分試驗材料，以及本所陳盛彰、郭朝水、白耀聰、黃重義等先生、陳冠燕、賴明秀、陳淑芬、李秀美、莊淑荃與張清惠等小姐之協助分析，謹致衷心謝意。

## 引用文獻

1. 李芳胤、廖秋榮。1992。銅、鋅、鎳在部分台灣污染土壤中之性質與分佈。中華農業化學會誌30：189-197。
2. 李銘全、盧虎生、朱鈞。1998。重金屬銅對植物之影響。科學農業46：353-360。
3. 李豔琪、王銀波。1997。銅污染土壤與作物生長關係之研究。中華農學會報新181：48-58。
4. 林浩潭、翁愫慎、李國欽。1992。作物中重金屬含量調查及我國國民對重金屬取食量之探討。中華農業化學會誌30：463-470。
5. 吳午龍。1992。中藥中微量元素之分佈及其生理活性。中華藥學雜誌44: 269-280。
6. 胡漢升。1989。環境醫學。科技圖書股份有限公司。台北市。
7. 陳尊賢、黃如宏、張仲民。1989。重金屬在台灣土壤中之分佈-1.鎘、鋅在土壤四個組成部份之分佈。中華農業化學會誌27：331-335。
8. 黃伯超、游素玲。1980。礦物質。營養學精要。台北市合作書刊出版合作社。台北市。
9. 曾人和、盧芬玲、黃成禹、溫國慶。1996。八十年度大陸中藥品質報告。藥物食品檢驗局調查研究年報14：233-243。
10. 鄧瑞惠、王東亮、林維昭、陳銘田、陳榮秀。1995。市售中藥補養劑四種重金屬含量之調查。藥物食品分析3：193-202。
11. 譚鎮中、王銀波、李振州。1998。有機質肥料施用對蔬果硝酸與銅鋅含量之影響。農林學報47：107-114。
12. Arnesen A.K.M. and B.R. Singh. 1998. Plant uptake and DTPA-extractability of Cd, Cu, Ni and Zn in a Norwegian alum shale soil as affected by previous addition of dairy and pig manures and peat. Canad. J. Soil Sci. 78: 531-539.
13. LeClaire J.P., A.C.Chang,C.S.Levesque and G.Sposito. 1984. Trace metal chemistry in arid-zone field soil amended with sewage sluge. 4.Correlaton between zinc uptake and extracted soil zinc fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:509-513.
14. Robbert H.D. and William,O.R. 1988. Hand book of poisoning 7 . pp. 220-238. Lange Medical Publisher. Califonia, USA.
15. Shuman L.M. 1985. Fractionation method for soil microelements. Soil Sci. 140:11-22.
16. Sposito G.,L.J. Lund and A.C.Chang, 1982. Trace metal chemistry in arid-zone field soil amended with sewage sluge. 1.Fractionation of Ni,Cu,Cd and Pb in solid phases. Soil Sci. Soc. Am.J. 46:260-263.

# Studies on Contents of Heavy Metal Elements from 17 Medicinal Plants[1]

Sin-Yie Liu[2], Gean-Liang Zu[3], Yi-Kung Lin[2],Torng-Wu Chang[2], and Jau-Yueh Wang[4]

## Summary

Using ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atom Emission Spectrophotometer, contents of 2 detrimental heavy metal elements, Cd and Pb, and 10 mineral elements, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn , Cr and Ni from 17 medicinal species were analyzed and evaluated at Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). The analyzed results indicated that Pandanus odorus had significantly higher contents of Fe, Cd, Cr and Ni than those of others. But Dioscorea alata possessed less mineral contents of Ca, Mg, Mn, Zn, Ni, and Pb and Peteris ensiformis had less mineral contents of P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, and Zn comparing to other medicinal plants. The highest contents of Cu, Zn, Cd, and Pb among 17 medicinal plants tested in this study were12.3, 47, 0.65, and 20.3 ppm, respectively which were not higher than the recommended dosage of acceptable daily intake by FAO/WHO in 1973.

**Key words** ： medicinal species, mineral, heavy metal element, acceptable daily in take

---

1. Contribution No. 2022 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Respectively, Senior Agronomist, Assistant Agronomist and Assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant, Department of Agricultural Chemistry, TARI.
4. Assistant Agronomist, Office of Plant Germplasm, TARI.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 36～48 (2000)

# 離群值鑑定方法應用於作物區域試驗穩定性分析之例釋[1]

呂秀英[2]

**摘要**：本省作物區域試驗一般採用的穩定性介量多以最受廣泛使用的直線迴歸分析法爲主。由於傳統迴歸分析是以最小平方法(LS)來估計迴歸係數，對離群值(或異常值)之存在非常敏感，離群值之存在會造成迴歸係數估計不良，也會造成直線迴歸分析殘差均方異質，從而可能影響穩定性分析之準確度。現行用以診斷離群值的統計方法甚多，可區分爲兩大類別：傳統的迴歸診斷及最新發展的穩健迴歸。然而，它們卻從未被引用到作物區域試驗資料之穩定性分析。爲尋求適當可行的方法，對作物區域試驗資料作一鑑定與判斷，以找出有影響力的離群值，本研究利用 Yates and Cochran (1938) 之大麥資料作爲材料，進行各種離群值診斷法在穩定性分析的應用分析。結果得知，以LS殘差爲基礎的傳統迴歸診斷法並不適合作爲離群值診斷工具，而利用穩健迴歸可有效地辨識出資料的型式及偵測出離群值。

**關鍵詞**：區域試驗、穩定性、離群值診斷、穩健迴歸、再加權最小平方迴歸。

## 前　言

育種程序中區域試驗施行之目的，在選出高產且穩定的作物品種。本省作物區域試驗一般採用的穩定性介量多以最受廣泛使用的直線迴歸分析法爲主。直線迴歸模式能有效地估計數量性狀對環境的適應能力，其所估得之迴歸係數並有容易解釋的優點，然而，由於其受限於某些統計前提，故僅適用於以下場合[5,14,15,26,29,36,41,42]：(1)基因型、環境及重複數很多；(2)基因型與環境交感效應大部份可用直線關係來解釋；(3)基因型之迴歸殘差均方之間互爲均質；(4)基因型之機差變方均質(如一般變方分析所需之假設前提)。當這些條件中任何一個不符合時，所求得之穩定性介量的估計值便不足以代表基因型對環境之適應能力。

區域試驗資料的準確度，將嚴重影響分析結果的可信賴程度。進行迴歸分析的資料集倘含有某些觀測值，與其他觀測值所表示之型態比較呈不正常者，稱之爲離群值(outlier)。由於傳統迴歸分析是以最小平方法(least squares method, LS)來估計迴歸係數，此法對離群值之存在非常敏感，離群值之存在會造成迴歸係數估計不良，進而影響模式變數之選擇[8]，故可能會對穩定性迴歸介量之估計造成很大的偏差。另外Lu[28]亦發現，離群值之存在也是造成穩定性直線迴歸分析中殘差均方異質的主要因素之一，而偵測及妥當處理離群值要比進行資料轉換更能解決均方異質的問題。

關於離群值鑑定法之特殊技術日異又新，各具理論基礎及適用場合，且效率不一，但基本上其所

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2023號。

2. 本所農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

偵出之離群值僅代表數理上的不正常值，一旦經檢測出來，未必就須將之立即摒棄，而尚應就其是否因人爲疏忽或另有生物學上之因素，探明其發生的背景及來源，而後才能決定處理離群值的方式[38]，例如隨後修正或刪除、從中進一步發掘出其它被漠視之重要且新的訊息、藉由模式之矯正或估計方法予以合併、認知資料中伴隨著的問題而作更進一步的試驗等[6,12]。因此，若欲將離群值鑑定之技術應用於穩定性分析上，尚須配合實際作物區域試驗的資料架構，才不致將基因型對環境之確實極端表現誤認爲是不正常的離群值。有關穩定性分析之離群值鑑定等相關課題，迄今仍少有準則。在進行穩定性分析之前，倘若能尋求出適當可行的診斷方法，對參試資料作一鑑定與判斷以找出眞正的離群值，當更能提高穩定性分析之準確度。因此本研究利用 Yates and Cochran[43]之大麥區域試驗資料爲材料，進行各種離群值診斷法的應用分析，以探討其應用在穩定性分析的可行性。

## 統計方法

傳統線性模式如下：

$$Y_{n\times r} = X_{n\times P}\,\theta_{p\times 1} + \varepsilon_{n\times 1} \quad \cdots\cdots(1)$$

即

$$y_i = x_{i1}\,\theta_1 + \ldots.. + x_{ip}\,\theta_p + e_i \quad \cdots\cdots(2)$$

，i=1,...,n，j=1,...,p，式中 $y_i$ 爲隨變數(response variable)，$x_{i1},\ldots,x_{ip}$ 爲自變數(explanatory variables)，$e_i$ 爲機差項而滿足平均值爲 0 且變方爲 $\sigma^2$ 的常態分布，$\theta_j$ 爲未知介量(unknown parameters)，即迴歸係數(regression coefficient，包括截距及斜率)。設殘差(residual) $r_i$ 爲 $y_i$ 之實測值與其預測值之差，即

$$r_i = y_i - \hat{y}_i \quad \cdots\cdots(3)$$

則一般皆以最小平方法(least squares method，LS)來估計迴歸係數，即

$$\underset{\hat{\theta}}{\text{Minimize}} \sum_{i=1}^{n} r_i^2 \quad \cdots\cdots(4)$$

今假設存在有離群值 $x_1$，由於 $x_1$ 離開其他 $x_2, \ldots x_n$ 值很遠，故離原來直線之殘差 $r_1$ 變得很大，而導致 $\Sigma\, r_i^2$ 也變大，在 LS 之定義下，爲使 $r_i^2$ 變小及 $\Sigma\, r_i^2$ 最小，必須重新配合成新的直線，因此不免會使 $r_2^2,\ldots,r_n^2$ 多少增大，所以 LS 對離群值之存在非常敏感，離群值之存在會造成迴歸係數估計不良[32]。

當自變數爲固定值時，y 方向的離群值(又名垂直離群值，vertical outlier)可簡單地由殘差值或殘差圖被發現出來；但如自變數爲逢機變異的觀測值時，x 方向的偏離也可能發生，一般將之稱爲槓桿點(leverage point)。只在 x 方向偏離的槓桿點，未必就是迴歸離群值，當其接近於大部份資料所決定的迴歸線時，稱爲「好」的槓桿點，因爲 $x_i$ 雖遠離但 $y_i$ 卻配合直線模式，故可改進迴歸係數之準確度，即表示該槓桿點對迴歸係數雖有強烈影響的潛力，但不見得會表現出來；反之，倘槓桿點遠離於大多數資料座落之平面，則稱此點爲「壞」的槓桿點，爲最有害的離群值，因爲它會吸引甚至使傳統 LS 迴歸傾斜（此在觀念上與機械槓桿作用相類似，故稱之爲槓桿），即表示該槓桿點對迴歸分析有很大的影響。爲區分槓桿點的好壞，必須同時考慮 $y_i$ 及 $x_i$ [33]。

所謂離群值診斷法爲利用統計量來偵測出對 LS 估值有大影響的觀測值。一般解決迴歸離群值之統計方法，目前大致可有兩種解決途徑，茲將其整理摘錄如表 1 所列，並詳細說明如下：

### (一) 迴歸診斷 (regression diagnostics)

由於傳統迴歸分析係以最小平方法(LS)估計迴歸係數，故傳統的離群值診斷法都是利用 LS 之殘差分析(residual analysis)來偵測離群值。這類用來判斷迴歸影響點的殘差統計量種類甚多，原則上針對單

表 1. 迴歸離群值鑑定的統計量摘錄

**Table 1.** A summary of statistics for the regression outlier detection

| Diagnostics | Symbol | Definition | Cut-off value | Author(user) |
|---|---|---|---|---|
| **〔Regression diagnostic〕** | | | | |
| Diagonal elements of hat matrix | $h_{ii}$ | $H = X(X^tX)^{-1}X^t$ | 2p/n | |
| Mahalanobis distance | $MD_i^2$ | $(n-1)\times(h_{ii} - 1/n)$ | $\chi^2_{p-1,\alpha}$ | |
| Standarized residual | $r_i/s$ | $r_i/s\sqrt{1-h_{ii}}$ | 2.5 | |
| Studentized residual | $t_i$ | $r_i/s\sqrt{1-h_{ii}}$ | 2.5 | |
| Jackknifed residual | t(i) (RSTUDENT) | $r_i/s(i)$ | 2.5 | |
| Cook's squared distance | $CD^2(i)$ | $\frac{t_i^2}{p}\times\frac{h_{ii}}{1-h_{ii}}$ | 1.0 | Cook (1977) |
| DFFITS(i) | DFFITS(i) | $\frac{r_i}{s(i)}\times\frac{\sqrt{h_{ii}}}{1-h_{ii}}$ | $2\sqrt{p/n}$ | Belsley *et al.* (1980) |
| $DFBETAS_j(i)$ | $DFBETAS_j(i)$ | $\frac{c_{ji}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n}c_{jk}^2}}\times\frac{r_i}{s(i)(1-h_{ii})}$ | $2\sqrt{n}$ | Belsley *et al.* (1980) |
| Weighted regression | WLS (Ws,Wh) | fit from smooth or hard weighted function | | Holland and Welsch (1977); Hogg (1979) |
| **〔Robust regression〕** | | | | |
| Robust residual | $r_i/\sigma^*$ | standardized LMS residuals | 2.5 | Rousseeuw (1984); Atkinson (1986) |
| Reweighted least squares | RLS(W) | robust fit from weighted function based on LMS | | Rousseeuw and Leroy (1987) |
| Robust distance | $RD_i$ | $RD_i$ based on MVE | $\sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$ | Rousseeuw and Zomeren (1990) |

Linear model is $Y_{n\times 1} = X_{n\times p}\,\theta_{p\times 1} + \varepsilon_{n\times 1}$, n=sample size, p=number of explanatory variables.

s, s(i), $c_{ji}$, $\sigma^*$ defined as text.

一離群值的鑑定方法，其效率多已獲得證實，但對於多個以上之離群值則不易被檢測出來，且涉及之計算均頗爲複雜，故較少被實際採用[32]。

在傳統診斷工具中最常被使用到的統計量爲LS預測空間的投影矩陣(projection matrix, H)的對角線元素($h_{ii}$)；$H = X(X^tX)^{-1}X^t$，因爲$\hat{y} = Hy$是將觀測值y轉變成LS估值$\hat{y}$，故一般也稱H爲銜接矩陣(hat matrix)。大多數學者[12,16,17,18,37]以 $h_{ii}>2p/n$ 來決定有潛力的影響點，此處的2p/n謂爲切斷值(cut-off value)。由於H僅以$x_i$爲基礎，故只能指出x方向的離群值，至於y方向之離群值則完全被忽略了。另外，由於LS在定義上爲嘗試要避開較大殘差，往往會犧牲其他觀測值，因此一個離群值即可能會造成

多數資料的配合不良，於是該離群值便產生較小的LS殘差，反而無法被發掘出來，特別是在該離群值爲槓桿點之場合，換言之，以LS殘差爲基礎的$h_{ii}$診斷法容易受到遮蔽效應(mask effect)的影響，使得有時候一些眞正的離群值會被好的槓桿點之效果所遮掩住，故僅適用於在x方向之單一離群值的情形。其他診斷法只要是涉及到H之使用，某些槓桿點便可能會被其他所隱蔽[32]。

在其他診斷迴歸離群值的場合中，也有利用馬哈拉諾比斯距離(Mahalanobis distance, $MD_i^2$)、標準化殘差(standarized residuals, $r_i/s$)、學生氏化殘差(studentized residuals, $t_i$)、摺刀化殘差(jackknifed residuals, t(i))等統計量來偵測迴歸的槓桿效應。$MD_i^2$與$h_{ii}$之間具有一對一之關係，且與$\chi^2_{(p-1)}$比較可判斷第i項與一堆資料間遠離的程度。$r_i/s$式中的s爲$s^2$之開方值，$s^2=\sum_{i=1}^{n} r_i^2/(n-p)$爲$\sigma^2$之無偏估值。$t_i$與t(i)最大的不同在於後者爲除去第i項後重新再進行迴歸分析的學生氏化殘差，其名稱不一，如Velleman and Welsch[39]及Cook and Weisberg [12]稱$t_i$爲內部學生氏化殘差(internally studentized residual)，而t(i)爲外部學生氏化殘差(externally studentized residual)，但是Belsley *et al.* [7]以"RSTUDENT"來表示t(i)，Atkinson[2]則指t(i)爲交叉驗證殘差(cross-valiadatory residual)。$r_i/s$、$t_i$、t(i) 一般皆以2.5作爲切斷點。

另外，爲檢查第i個觀測值的影響程度，可利用分別含或不含該觀測值進行迴歸分析，基此產生庫克氏平方距離(Cook's squared distance, $CD^2(i)$)[11]之統計量；$CD^2(i)$與完整資料的三個統計量有關 (公式請參見表1)：迴歸係數個數(p)、第i個觀測值的學生氏殘差($t_i$)、$y_i$變方($\sigma^2 h_{ii}$)對$e_i$變方($\sigma^2(1-h_{ii})$)之比值，因此$CD^2(i)$由兩個成分組成，一個成分反映模式配合$y_i$之程度，另一個則是測量$x_i$遠離其他$x_k$有多遠，兩者同時促成$CD^2(i)$的值變大。而 Belsley *et al.* [7]所提出的DFFITS(i)與$CD^2(i)$十分相似，兩者唯一主要差異在於DFFITS(i)是以s(i)取代s，故當刪去一個觀測值時可用以測量其對預測之影響。Belsley *et* al. [7]又以第j迴歸係數上之改變爲基礎，定義了另一種診斷統計量：$DFBETAS_j(i)$，其計算公式中的$C=(X^tX)^{-1}X^t$，稱爲捕手矩陣(catcher matrix)。一旦觀測值之$CD^2(i)>1.0$，或$DFFITS(i)>2\sqrt{p/n}$，或$DFBETAS_j(i)>2\sqrt{n}$，則應該詳加檢查。

t(i)、$CD^2(i)$、DFFITS(i)與$DFBETAS_j(i)$這一類的診斷都是以一次刪除一項爲原則，比較刪去第i項後所計算結果之差異來判別其對迴歸分析的影響，此方式統稱爲單項診斷(single-case diagnostics)。至於將其擴充至多項診斷(multiple-case diagnostics)的情形，雖然也有學者[1,12,23,27]陸續提出不同方法，但由於計算時間上之限制，且誰也不敢保證能將資料中存在的所有不好的資料群完全確認出來，故並不如單項診斷法之廣受使用。因此，本研究不擬採用這些目前尙乏人問津的多項診斷法。

由於LS容易受到離群值之影響其迴歸估計值，因此另有些學者[19,20,40]提出加權迴歸分析法(weighted regression analysis, WLS)，就彼此間殘差之關係加權，針對具有較大殘差之資料給予較低之加權值，藉此以獲致較準確的估計值，即

$$b_w=(X^tWX)^{-1}X^tW\,y \quad \text{......(5)}$$

W值在0及1之間，可以利用一個$|r_i/s|$的非遞增函數來決定第i個觀測值的加權，例如

$$Wh_i=\begin{cases}1 & \text{if } |r_i/s|\le 2.5\\ 0 & \text{if } |r_i/s|>2.5\end{cases} \quad \text{......(6)}$$

，此爲一種強硬拒絕(hard rejection)型態的加權函數，在接受與拒絕點之間產生徹底的二分法；另外也可採取緩和拒絕(smooth rejection)的加權函數，定義如下[21]：

$$Ws_i=\begin{cases}1 & \text{if } |r_i/s|\le k\\ k|s/r_i| & \text{if } |r_i/s|>k\end{cases} \quad \text{......(7)}$$

理論上k值通常選擇約1.5[20]。一般而言，由於此法仍是以LS殘差爲基礎，因此很難保證加權後能產生

一個非常穩健的估計值，因此WLS之應用也只是將產生的Wh或Ws視爲離群值診斷的另一種統計量而已，亦即倘若觀測值之加權值小於0.5，則須進一步檢查是否因人爲疏忽所引起或資料來自於不同族群[8]。

傳統LS迴歸診斷分析在目前很多統計套裝軟體，爲例行的程序。因此本研究有關各種以LS殘差爲基礎的迴歸診斷統計量之計算，均係依據SAS(Statistical Analysis System)[35]統計軟體，在個人電腦上建檔及運算。

**(二)穩健迴歸** (robust regression)

由於配合LS所產生的殘差會受到遮蔽效應之影響而無法應付多離群值的情形，因此最適合作爲診斷工具的殘差必須由一個非常穩健之估計值產生，才能將資料中所有離群值檢視出來。針對此問題，Rousseeuw[30]將LS法(眞正全名爲 least sum of squares)中平方的和(sum)以中量(median)取代，於是提出了最小平方中量法 (least median of squares method, LMS)，即

$$\underset{\hat{\theta}}{\text{Minimize}}\ \underset{i}{\text{med}}\ r_i^2 \qquad (8)$$

此估計值同時對y及x的離群值均十分穩健，而且由於LMS對離群值之抵抗能力與p無關，因此在多變數的場合，爲相當可靠的資料分析工具。Atkinson [3]並建議在使用無向度(dimension-less)的標準化LMS殘差($r_i/\sigma^*$)來偵測出離群值後，應再以LS作爲診斷，最後藉由LS及LMS兩種分析結果之差異性比較，來確認離群值存在的事實；另外，標準化LMS殘差也可用來作爲推論隨變數是否需轉換的診斷方法[4,10]。標準化LMS殘差又稱爲穩健殘差(robust residual)[33]。

爲使LMS能有如同t值及信賴界限等之標準統計量，可利用離群值診斷爲基礎，導入加權的觀念，例如可使用以下加權：

$$W_i = \begin{cases} 1 & \text{if } |r_i/\sigma^*| \le 2.5 \\ 0 & \text{if } |r_i/\sigma^*| > 2.5 \end{cases} \qquad (9)$$

式中

$$\sigma^* = 1.4826\left(1+\frac{5}{n-p}\right)\sqrt{\underset{i}{\text{med}}\ r_i^2} \qquad (10)$$

此意謂著如果標準化LMS殘差不大則保留在加權LS中，倘一旦確實是個離群值，則無視它的存在，即

$$\underset{\hat{\theta}}{\text{Minimize}}\sum_{i=1}^{n} W_i r_i^2 \qquad (11)$$

此法稱爲再加權LS (reweighted least squares, RLS)[32]。對任何檢定等級而言，產生的$W_i$也都可以視爲是離群值診斷。

標準化LMS殘差($r_i/\sigma^*$)可用來指出迴歸離群值，但無法指出迴歸離群值中何者爲槓桿點，基此，Rousseeuw and Zomeren[33]利用最小體積橢圓體估值(minimum volume ellipsoid estimator, MVE) [31]，以涵蓋半數觀測值之MVE中心爲資料集X的代數平均值，並由同一橢圓體來決定樣本共變方矩陣，而定義出另一個穩健的診斷統計量，稱爲強建距離(robust distance, $RD_i$)，其切斷點爲$\sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$。此穩健共變方矩陣在許多不同型態的多變量分析中均可用來鑑定離群值，例如主成份分析[9,13]及典型相關分析[24]等。$RD_i$在計算上需花費的時間雖然較多，但使用者可以很容易而立即獲致更多的訊息。

但因爲$RD_i$中未使用到$y_i$，若僅憑$RD_i$亦不能區分槓桿點之好壞，因此 Rousseeuw[34]建立一個新的表達方式，以穩健殘差($r_i/\sigma^*$)對穩健距離($RD_i$)作圖，可說明資料的各種型式，以簡單迴歸爲例，如圖1所示，以$\sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$ 爲垂直分界線，其右邊即爲槓桿點，落在 [-2.5, 2.5] 之水平容忍度之外則爲迴歸離

群值，因此圖中(a)為大部份的正常資料點，(b)及(d)點為偏離線性型式的離群值，(c)則非離群值；(c)，(d)均為槓桿點，因其 $x_i$ 值偏離，因此稱(c)為好槓桿點，(d)為壞槓桿點，而(b)為垂直離群值，即為迴歸離群值但非槓桿點。綜言之，從 $r_i/\sigma^*$ 對 $RD_i$ 之關係圖中可將資料區分成以下四種類型：

(a) 正 常 值 ： $|r_i/\sigma^*| \leqq 2.5$ ， $RD_i \leqq \sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$

(b) 垂直離群值 ： $|r_i/\sigma^*| > 2.5$ ， $RD_i \leqq \sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$

(c) 好槓桿點 ： $|r_i/\sigma^*| \leqq 2.5$ ， $RD_i > \sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$

(d) 壞槓桿點 ： $|r_i/\sigma^*| > 2.5$ ， $RD_i > \sqrt{\chi^2_{p,1-\alpha/2}}$

另外，由於數理上的切斷點多少有些武斷，因此由穩建殘差與穩健距離之圖示中，尚可根據觀測點遠離分界線的程度，來辨識出所謂的邊界情形(boundary case)，亦即當觀測點在X空間上不致偏離太遠時，通常可將其視為一個溫和的迴歸離群值[34]。

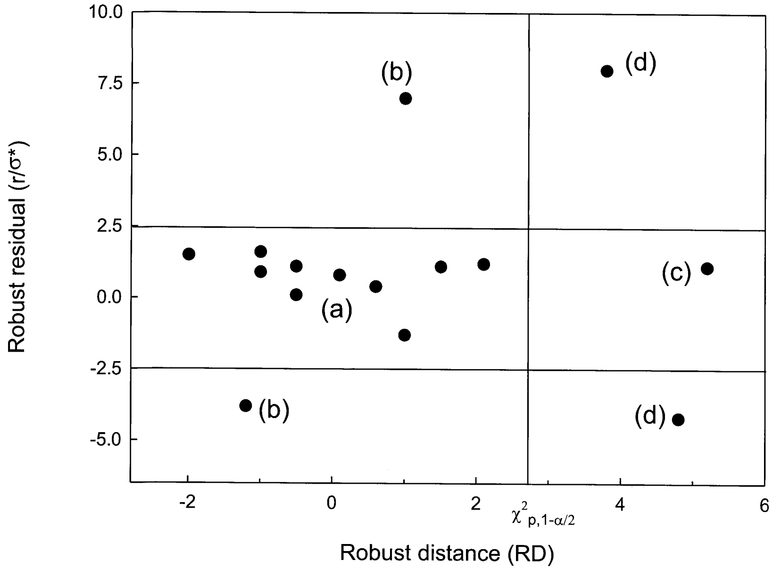



圖 1. 以簡單迴歸為例，根據穩健殘差對穩健距離之關係圖，顯示出(a)正常值、(b)垂直離群值、(c)好的槓桿點、(d)壞的槓桿點的位置所在。

**Fig. 1.** Simple regression example with (a) regular observations, (b) vertical outliers, (c) good leverage point, and (d) bad leverage point obtained from a diagnostic plot of robust residuals versus robust distances.

基本上，所謂穩健性 (robustness)，是想辦法使估計值不會受到離群值太大的影響，但並非如一般人所誤以為其目的純粹在忽略離群值，相反地，它是從一種穩健或具抵抗能力的迴歸中檢視殘差以判別離群值，這是LS殘差所無法做到的。因此，迴歸診斷和穩健迴歸事實上是以相反的次序達到相同之目的：迴歸診斷是先嘗試刪除離群值後再以LS迴歸配合剩餘的正常資料，而穩健迴歸則首先希望對大多數資料配合一迴歸後，從穩健的解決方式中發現具最大殘差的離群值[32]。換言之，穩健迴歸雖較傳統的迴歸診斷之分析程序複雜，但在異常資料不慎加入分析之後，能配合迴歸模式提出一適當的矯正程序，而無視於離群值之存在 (但並非忽略)，以提高分析的準確度。

雖然穩健迴歸最近幾年應用於迴歸分析上的技術已經成熟且相當有效，但因為發展起步較晚，仍屬於較創新的方法，一般性的統計套裝軟體至今尚未納入，不過可以採用Rousseeuw博士所提供之

PROGRESS及MINVOL電腦程式，在個人電腦上執行，即可獲得迅速且準確的分析結果。PROGRESS的輸出結果步驟如下[25, 32]：

(1)作y對x之點狀分佈圖；

(2)求y、x之基本統計量，如中量、分散度、標準化觀測值、Pearson相關係數、Spearman序列相關係數；

(3)求LS迴歸估值、殘差($r_i$)及標準化殘差($r_i$ /s)；

(4)求LMS迴歸估值、殘差($r_i$)及穩健殘差($r_i / \sigma^*$)；

(5)在LMS基礎下求RLS迴歸估值。

至於穩健距離($RD_i$)，則可藉由MINVOL電腦程式求得，由於$RD_i$係從MVE產生，故該程式之輸出結果除了$RD_i$以外，尚包含迴歸向量>p時所估得的各種共變方矩陣($h_{ii}$)及馬哈拉諾比斯距離($MD_i^2$)。

由於穩定性分析是以各品種之產量隨環境指標作迴歸所得的迴歸係數來評價品種的穩定性，該環境指標是以各環境之平均收量與整個試驗的總平均值之偏差，作爲該一試驗的環境效應估值，因此在穩定性迴歸模式中的自變數x，即環境指標估值，爲觀測值y的線性組合，並非固定值，因此發生在y方向的離群值，自然也會影響x方向之數值，故必須考慮能同時對x及y兩向之離群值進行診斷的方法。本研究將針對上述各種離群值診斷法進行探討，以從中尋求出適當可行的方法，使能鑑定出穩定性迴歸分析之離群值。

## 試驗材料

爲探討上述各種診斷方法應用在穩定性分析的可行性，本研究利用Yates and Cochran[43]於1938年所進行之大麥(barley)區域試驗資料爲分析材料，進行各種方法間的差異比較。大麥試驗產量資料及所估得之環境指標列如表2。

表2. 5個大麥品系於6種環境下生長之產量資料及所估計之環境指標

**Table 2.** Yield and environmental index for the 5 barley lines grown in 6 environments

| Environment | Yield for each line [z] (bushels/acre) | | | | | Mean | Environment index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | 161.7 | 187.7 | 200.1 | 196.9 | 182.5 | 185.8 | -16.40 |
| 2 | 247.0 | 257.5 | 262.9 | 339.2 | 253.8 | 272.1 | 69.90 |
| 3 | 185.4 | 182.4 | 194.9 | 271.2 | 219.2 | 210.6 | 8.44 |
| 4 | 218.7 | 183.3 | 220.2 | 266.3 | 200.5 | 217.8 | 15.62 |
| 5 | 165.3 | 138.9 | 165.8 | 151.2 | 184.4 | 161.1 | -41.06 |
| 6 | 154.6 | 143.8 | 146.3 | 193.6 | 190.1 | 165.7 | -36.50 |
| Mean | 188.8 | 182.3 | 198.4 | 236.4 | 205.1 | 202.2 | |

[z] Total of three plots over two years. Source: Yates and Cochran (1938).

## 結果與討論

Yates-Cochran之大麥試驗資料在以LS殘差爲基礎下，每一品種以各種迴歸診斷法所得之結果於表3。由表3結果得知，所有品種在第2個環境(地區)的$h_{ii}$皆大於其切斷點，表示在x方向第2個觀測值有偏離其他資料點之現象，亦即環境2之環境指標爲槓桿點，此結果可由表2中環境2之指標估值高達69.90(此意謂著環境2爲一個極高產地區)得到印證；但是若由$MD_i^2$，$r_i$/s，$t_i$及t(i)之結果來看，並無指

表 3. 大麥資料根據LS殘差之離群值鑑定

**Table 3.** Outlier diagnostics based on LS residuals for the barley data

| Line | Env. | $h_{ii}$ | $MD_i^2$ | $r_i/s$ | $t_i$ | t(i) | $CD^2$(i) | DFFITS(i) | $DFBETAS_j$(i) (0.82) | | WLS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | (0.67)[z] | (7.38) | (2.50) | (2.50) | (2.50) | (1.00) | (1.16) | Intercept | slope | Ws | Wh |
| 1 | 1 | 0.20 | 1.41 | -1.00 | -1.12 | -1.16 | 0.15 | -0.58 | -0.53 | 0.23 | 1 | 1 |
| | 2 | 0.74 | 2.88 | -0.06 | -0.12 | -0.10 | 0.02 | -0.17 | -0.08 | -0.15 | 1 | 1 |
| | 3 | 0.18 | 0.83 | -0.79 | -0.87 | -0.84 | 0.08 | -0.39 | -0.38 | -0.08 | 1 | 1 |
| | 4 | 0.20 | 2.14 | 1.26 | 1.41 | 1.72 | 0.24 | 0.85 | 0.78 | 0.32 | 1 | 1 |
| | 5 | 0.37 | 1.88 | 0.84 | 1.06 | 1.08 | 0.32 | 0.82 | 0.55 | -0.60 | 1 | 1 |
| | 6 | 0.32 | 0.87 | -0.25 | -0.31 | -0.27 | 0.02 | -0.19 | -0.13 | 0.13 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 0.20 | 3.10 | 1.53 | 1.71 | 2.87 | 0.36 | 1.43 | 1.31 | -0.57 | 0.98 | 1 |
| | 2 | 0.74 | 3.13 | 0.45 | 0.88 | 0.85 | 1.12 | 1.44 | 0.68 | 1.27 | 1 | 1 |
| | 3 | 0.18 | 0.46 | -0.58 | -0.64 | -0.58 | 0.04 | -0.27 | -0.26 | -0.06 | 1 | 1 |
| | 4 | 0.20 | 1.44 | -1.02 | -1.14 | -1.20 | 0.16 | -0.59 | -0.54 | -0.23 | 1 | 1 |
| | 5 | 0.37 | 1.05 | -0.20 | -0.26 | -0.22 | 0.02 | -0.17 | -0.11 | 0.12 | 1 | 1 |
| | 6 | 0.32 | 0.82 | -0.18 | -0.21 | -0.19 | 0.01 | -0.13 | -0.09 | 0.09 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 0.20 | 1.96 | 1.20 | 1.34 | 1.56 | 0.22 | 0.78 | 0.71 | -0.31 | 1 | 1 |
| | 2 | 0.74 | 2.89 | -0.11 | -0.22 | -0.19 | 0.07 | -0.33 | -0.15 | -0.29 | 1 | 1 |
| | 3 | 0.18 | 0.83 | -0.80 | -0.88 | -0.84 | 0.08 | -0.39 | -0.38 | -0.09 | 1 | 1 |
| | 4 | 0.20 | 0.44 | 0.49 | 0.55 | 0.49 | 0.04 | 0.24 | 0.22 | 0.09 | 1 | 1 |
| | 5 | 0.37 | 1.23 | 0.44 | 0.55 | 0.49 | 0.09 | 0.37 | 0.25 | -0.28 | 1 | 1 |
| | 6 | 0.32 | 2.64 | -1.22 | -1.48 | -1.91 | 0.53 | -1.32 | -0.95 | 0.92 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0.20 | 0.79 | -0.71 | -0.80 | -0.75 | 0.08 | -0.37 | -0.34 | 0.15 | 1 | 1 |
| | 2 | 0.74 | 3.22 | -0.52 | -1.03 | -1.04 | 1.53 | -1.77 | -0.84 | -1.56 | 1 | 1 |
| | 3 | 0.18 | 1.70 | 1.15 | 1.27 | 1.42 | 0.17 | 0.65 | 0.64 | 0.14 | 1 | 1 |
| | 4 | 0.20 | 0.23 | 0.26 | 0.29 | 0.25 | 0.01 | 0.12 | 0.12 | 0.05 | 1 | 1 |
| | 5 | 0.37 | 2.34 | -1.04 | -1.30 | -1.49 | 0.49 | -1.13 | -0.76 | 0.83 | 1 | 1 |
| | 6 | 0.32 | 1.72 | 0.86 | 1.05 | 1.07 | 0.26 | 0.74 | 0.53 | -0.51 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 0.20 | 1.59 | -1.07 | -1.19 | -1.29 | 0.18 | -0.64 | -0.59 | 0.26 | 1 | 1 |
| | 2 | 0.74 | 3.18 | 0.49 | 0.97 | 0.96 | 1.35 | 1.62 | 0.77 | 1.43 | 1 | 1 |
| | 3 | 0.18 | 0.77 | 0.76 | 0.84 | 0.80 | 0.08 | 0.37 | 0.36 | 0.08 | 1 | 1 |
| | 4 | 0.20 | 1.99 | -1.21 | -1.35 | -1.59 | 0.22 | -0.78 | -0.72 | 0.30 | 1 | 1 |
| | 5 | 0.37 | 1.18 | 0.39 | 0.49 | 0.44 | 0.07 | 0.33 | 0.22 | 0.24 | 1 | 1 |
| | 6 | 0.32 | 1.29 | 0.64 | 0.78 | 0.73 | 0.14 | 0.50 | 0.36 | -0.35 | 1 | 1 |

[z] The cut-off value.

出x方向有資料偏離的現象，而由t(i)則發現品種2在刪除環境1之資料後對迴歸分析有影響；t(i)、$CD^2$(i)、DFFITS(i)與$DFBETAS_j$(i)雖然都是以一次刪除一項為原則，來比較刪去第i項後所計算結果之差異以判別其對迴歸分析的影響，但結果並不盡相同，由$CD^2$(i)指出環境2之存在與否對品種2,4,5較有影響，而由DFFITS(i)與$DFBETAS_j$(i)之結果，尚發現品種2在環境1以及品種3在環境6之資料的潛

在影響。就加權迴歸而言，僅有品種2在環境1之Ws=0.98，表示在品種2的迴歸分析中，祇有環境1的觀測值有偏離該品種其他環境資料的趨勢，但因為Ws值近於1且Wh等於1，顯然此離群值對迴歸分析的影響程度應該不致太大。綜合以上結果得知，探討迴歸離群值的問題，是無法僅憑藉著一、兩個傳統的離群值診斷統計量就能偵測出來。歸納上述各種診斷法之結果，大致可獲得一個簡單而清晰的結論，即環境2之環境指標甚高於其他環境值，這是一個有強烈影響潛力的槓桿點，不過是好是壞，尚無法確知，而品種2在環境1的資料可能是一個對直線配合度影響不大的離群值。由於傳統的離群值診斷法都是利用LS殘差來偵測離群值，真正的離群值容易被好的槓桿點之效果所遮掩住，而僅適用在x方向之單一離群值的情形[32]，但是作物區域試驗穩定性分析是以各品種之產量隨環境指標作迴歸所得的迴歸係數來評價品種的穩定性，該環境指標為各環境之平均收量與整個試驗的總平均值之偏差，並非固定值，因此發生在y方向的離群值，自然也會影響x方向之數值，因此僅由表3之結果，無法同時針對x及y兩向之離群值進行診斷，其實很難論定是否還有其他離群值存在。

Yates-Cochran之大麥試驗資料以PROGRESS電腦程式分析結果，各品種所估得之穩健殘差($r_i/\sigma*$)列於表4。由表中得知，只有品種2在環境1,2的$r_i/\sigma*$均甚大於其切斷點2.50，表示該兩個觀測值為迴歸離群值。倘繼之以$r_i/\sigma*$為基礎，進行加權分析，則該兩觀測值之加權值為0，其餘正常資料之加權值則為1，如表4所示，於是所得之RLS估計結果列於表5。比較表5之LS與RLS的結果差異，經過離群值的加權矯正後，品種2的直線配合滿意程度(決定係數$R^2$值)提高，殘差均方顯著降低，且其迴歸係數估值由0.99變為0.81，不過此迴歸係數估計結果上的差異程度，就穩定性分析的立場而言，尚不致於影響穩定性評價的結果，即品種2仍然是一個表現相當穩定的品種，因此可以推知，該兩個離群值屬於較溫和的離群值。由上述結果顯示，利用穩健殘差作為離群值診斷工具，不但可同時偵測出多個離群值，且再藉由檢視RLS與LS估值間的差異程度，可判斷此等離群值之影響能力，但由此尚無法確知離群值是x方向的槓桿點，抑或是y方向的垂直離群值。基此，再以MINVOL電腦程式求得各品種在所有環境的穩健距離($RD_i$)，如表6所示，所有資料點均未超過其切斷點，顯示沒有槓桿點存在。倘以穩健殘差對穩健距離作圖，更可明確地說明出品種2的資料型式，如圖2所示，品種2在環境3,4,5,6之資料為正常的資料，而在環境1,2之資料則同屬於垂直離群值。不過在統計上，由上述RLS與LS估值之差異比較（表5），多少可以確知含及不含該等離群值對穩定性分析的影響並不嚴重，此意謂著除非有其它生物學上的原因，否則保留或刪除的影響不大。

由於穩定性分析是以各品種之產量隨環境指標作迴歸所得的迴歸係數來評價品種的穩定性，該環境指標是以各環境之平均收量與整個試驗的總平均值之偏差，作為該一試驗的環境效應估值，因此在穩定性迴歸模式中的自變數x，即環境指標估值，為觀測值y的線性組合，並非固定值，因而若有發生

**表4.** 大麥資料根據LMS之強健殘差(r/σ*)及加權 (W)

**Table 4.** Robust residuals (r/σ*) and weights (W) based on the LMS for the barley data

| Line | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | r/σ*[z] | W | r/σ* | W | r/σ* | W | r/σ* | W | r/σ* | W |
| 1 | -0.32 | 1 | <u>8.05</u> | 0 | 0.41 | 1 | -1.13 | 1 | -1.36 | 1 |
| 2 | 0.32 | 1 | <u>9.35</u> | 0 | 0.13 | 1 | -0.21 | 1 | 0.03 | 1 |
| 3 | -0.19 | 1 | 0.89 | 1 | -0.94 | 1 | 0.30 | 1 | 0.18 | 1 |
| 4 | 1.48 | 1 | -0.46 | 1 | 0.13 | 1 | -0.21 | 1 | -1.44 | 1 |
| 5 | 1.22 | 1 | -0.89 | 1 | -0.41 | 1 | -1.57 | 1 | -0.18 | 1 |
| 6 | 0.32 | 1 | -0.46 | 1 | -1.66 | 1 | -0.30 | 1 | 0.03 | 1 |

[z] The cut-off value for r/σ* is 2.50.

表 5. 大麥資料根據LS及RLS之迴歸比較

**Table 5.** Comparison of regression based on LS and RLS for the barley data

| Line | Intercept | | Slope | | Residual mean squares | | $R^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LS | RLS | LS | RLS | LS | RLS | LS | RLS |
| 1 | 188.8 | 188.8 | 0.84** | 0.84** | 175.6 | 175.6 | 0.90 | 0.90 |
| 2 | 182.3 | 172.9 | 0.99** | 0.81** | 198.5 | 6.5 | 0.91 | 0.99 |
| 3 | 198.4 | 198.4 | 0.95** | 0.95** | 207.1 | 207.1 | 0.90 | 0.90 |
| 4 | 236.4 | 236.4 | 1.61** | 1.61** | 339.7 | 339.7 | 0.94 | 0.94 |
| 5 | 205.1 | 205.1 | 0.61** | 0.61** | 136.7 | 136.7 | 0.85 | 0.85 |
| $\chi^2$ | | | | | 0.9 | 9.7* | | |

*, **: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6. 大麥資料根據MVE之強健距離(RD)

**Table 6.** Robust distances (RD) based on MVE for the barley data

| Environment \ Line | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.22[z] | 2.43 | 0.25 | 0.21 | 1.82 |
| 2 | 1.20 | 2.41 | 0.25 | 1.25 | 0.25 |
| 3 | 0.22 | 0.25 | 0.56 | 0.25 | 0.25 |
| 4 | 0.88 | 0.25 | 0.05 | 0.25 | 2.00 |
| 5 | 0.22 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| 6 | 0.25 | 0.23 | 0.91 | 0.68 | 0.24 |

[z] The cut-off value for RD is $\sqrt{\chi^2_{2,0.975}}$ =2.72.

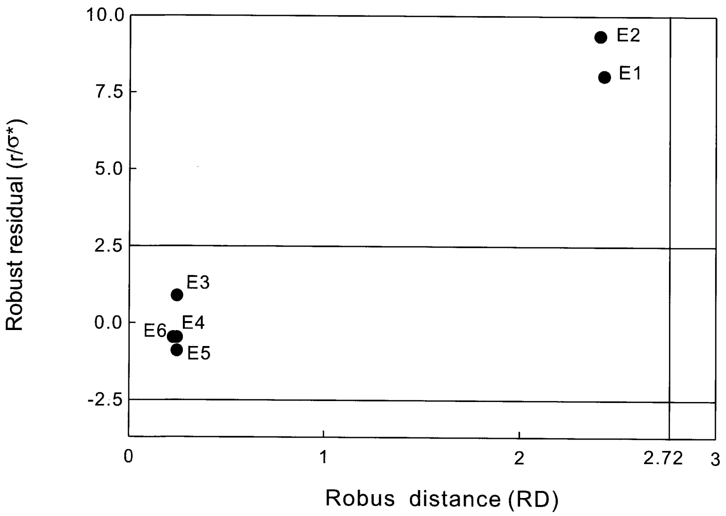



圖 2. 大麥資料品系 2 之穩健殘差對穩健距離之關係圖。

**Fig. 2.** Plot of robust residuals versus robust distances of line 2 for the barley data.

在y方向的離群值，自然也會影響x方向之數值。基此，以LS殘差爲基礎的傳統迴歸診斷法並不適合作爲穩定性分析的離群值診斷，其用以檢測多個離群值的效率較低[32]，且無法同時對x及y兩向之離群值進行診斷；而穩健迴歸不僅在偵測多個離群值的效率較傳統迴歸診斷法爲佳[29]，並且也能同時考慮到x及y兩向之離群值，故以穩健估值爲基礎所偵測的結果當較爲可信。而在實際應用操作上，也以穩健殘差對穩健距離之關係圖示可立即而清楚地辨識出資料的型式，以找出眞正的離群值，如再配合RLS與LS估值之差異比較，則更能判斷離群值或槓桿點對迴歸係數估值的影響程度。因此，以穩健迴歸爲主要離群值診斷法，應該較傳統迴歸診斷法更適用於作物區域試驗穩定性分析之離群值鑑定。

## 誌 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（NSC82-0409-B055-015），及比利時 Rousseeuw, P. J. 博士提供PROGRESS及MINVOL統計分析程式，特此誌謝。

## 引用文獻

1. Andrews, D. F. and D. Pregibon. 1978. Finding the outliers that matter. J. R. Stat. Soc. ser. B. 40:85-93.
2. Atkinson, A. C. 1983. Diagnostic regression for shifted power transformations. Technometrics 25:23-33.
3. Atkinson, A. C. 1986. Masking unmasked. Biometrika 73:533-541.
4. Atkinson, A. C. 1987. Transformations Unmasked. Technical Report, Department of Mathematics, Imperial College, London.
5. Becker, H. C. and J. Léon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breed. 101:1-23.
6. Beckman, R. J. and R. D. Cook. 1983. Outlier........s. Technometrics 25:119-149.
7. Belsley, D. A., E. Kuh and R. E. Welsch. 1980. Regression Diagnostics. John Wiley & Sons, New York.
8. Birch , J. B. and S. J. Fleischer. 1984. Diagnostic methods for detecting outliers in regression analysis. Environ. Entomol. 13:19-25.
9. Campbell, N. A. 1980. Robust procedures in multivariate analysis. I . Robust covariance estimation. Appl. Stat. 29:231-237.
10. Carroll, R. J. and D. Ruppert. 1985. Transformations in regression: A robust analysis. Technometrics 27:1-12.
11. Cook, R. D. 1977. Detection of influential observation in linear regression. Technometrics 19:15-18.
12. Cook, R. D. and S. Weisberg. 1982. Residuals and Influence in Regression. Chapman & Hall, London.
13. Devlin, S. J., R. Gnanadesikan and J. R. Kettenring. 1981. Robust estimation of dispersion matrices and principal components. J. Amer. Stat. Assoc. 76:354-362.
14. Freeman, G. H. and J. M. Perkins. 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. Heredity 27:15-23.
15. Hardwick, R. C. and J. T. Wood. 1972. Regression methods for studying genotype-environment interactions. Heredity 28:209-222.
16. Henderson, H. V. and P. F. Velleman. 1981. Building multiple regression models interactively. Biometrics 37:391-411.
17. Hoaglin, D. C. and R. E. Welsch. 1978. The hat matrix in regression and ANOVA. Amer. Stat. 32:17-22.
18. Hocking, R. R. and O. J. Pendleton. 1983. The regression dilemma. Commun. Stat. (Theory and Methods) 12:497-527.
19. Hogg, R. V. 1979. Statistical robustness: One view of its use in applications today. Amer. Stat. 33:108-115.
20. Holland, P. W. and R. E. Welsch. 1977. Robust regression using iteratively reweighted least squares. Commun. Stat. (Theory and Methods) 6:813-828.
21. Huber, P. J. 1964. Robust estimation of a location parameter. Ann. Math. Stat. 35:73-101.
22. Huber, P. J. 1981. Robust Statistics. John Wiley & Sons, New York.
23. John, J. A. and N. R. Draper. 1978. On testing for two outliers or one outlier in two-way tables. Technometrics 20:69-78.
24. Karnel, G. 1988. Roubust canonical correlation and correspondence analysis, unpublished manuscript, Technical University, Vienna, Dept. of Statistics.
25. Leroy, A. and P. J. Rousseeuw. 1984. PROGRESS: A Program for Robust Regression Analysis. Technical Report 201. Center for Statistics and O. R. University of Brussels. Belgium.

26. Lin, C. S., M. R. Binns, and L. P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Sci. 26:894-900.

27. Little, J. K. 1985. Influence and a quadratic form in the Andrews-Pregibon statistic. Technometrics 27:13-15.

28. Lu, H. Y. 1992. Applicability of data transformation in regression model for stability analysis. J. Agric. Assoc. China 159:29-40. (in Chinese with English summary)

29. Pritts, M. and J. Luby. 1990. Stability indices for horticultural crops. Hortscience 25:740-745.

30. Rousseeuw, P. J. 1984. Leaste median of squares regression. J. Amer. Stat. Assoc. 79:871-880.

31. Rousseeuw, P. J. 1985. Multivariate estimation with high breakdown point. In: Mathematical Statistics and Applications. Vol. B, eds. W.Grossmann, G. Pflug, I. Vincze and W. Wertz, Dordrecht: Reidel Publishing. pp283-297.

32. Rousseeuw, P. J. and A. M. Leroy. 1987. Robust Regression and Outlier Detection. John Wiley & Sons, New York.

33. Rousseeuw, P. J. and B. C. van Zomeren. 1990. Unmasking multivariate outliers and leverage points. J. Amer. Stat. Assoc. 85:633-639.

34. Rousseeuw, P. J. 1991. A diagnostic plot for regression outliers and leverage points. Compu. Stat. Data Anal. 11:127-129.

35. SAS User's Guide : Statistics. 1988. Mc:SAS Institute Inc.

36. Skroppa, T. 1984. A critical evaluation of methods available to estimate the genotype × environment interaction. Studia Forestalia Suecica 166:3-14.

37. Stevens, J. P. 1984. Outliers and influential data points in regression analysis. Psychol. Bull. 95:334-344.

38. Tietjen, G. L. 1986. The analysis and detection of outliers. In: D'Agostino, B. R. and M. A. Stephens. Goodness-of-fit Techniques. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. pp.497-522.

39. Velleman, P. F. and R. E. Welsch. 1981. Efficient computing of regression diagnostics. Amer. Stat. 35:234-242.

40. Virk, D. S., P. S. Virk., B. K. Manget and G. Harinarayana. 1991. Weighted regression analysis for comparing varietal adaptation. Theor. Appl. Genet. 81:559-561.

41. Westcott, B. 1986. Some methods of analysing genotype-environment interaction. Heredity 56:243-253.

42. Wright, A. J. 1976. Bias in the estimation of regression coefficients in the analysis of genotype-environmental interaction. Heredity 37:299-303.

43. Yates, F. and W. G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. J. Agric. Sci. 28:536-580.

# A Demonstration of Outlier Detection on Stability Analysis of Crop Regional Trial[1]

Hsiu-Ying Lu[2]

## Summary

Linear regression analysis is commonly used to assess the relative stability of varieties grown at different regions in Taiwan. However, the conventional least squares (LS) regression is susceptible to the occurrence of outliers (or unusual observations), which may have a deleterious effect on estimates of regression coefficients and on homogeneity of residual mean squares from the regression. Thus, outliers may have a significant impact on the precision of stability analysis. Many diagnostic statistics have been designed to detect outliers. They are classified into two approaches: classical regression diagnostics and recently developed robust regression. However, they are never applied in stability analysis of regional trial data. To investigate their applicability, demonstration of several diagnostics for the outlier detection using the barley data of Yates and Cochran (1938) was performed. The results revealed that the residuals from LS fits are not useful as outlier diagnostics, whereas the robust regression is useful in screening data sets and identifying outliers.

**Key words** : Regional trial, Stability, Outlier Diagnostics, Robust regression, Reweighted least squares regression.

---

1. Contribution No. 2023 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Senior Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 49～60 (2000)

# 苦瓜果實構造及發育之研究

## II 苦瓜胚、種子和果實的發育[1]

張有明 鄭櫻慧 許華欣[2] 黃鵬林[3]

**摘要**：苦瓜在台灣熱生長季(夏秋作)的高溫下生長，月華和農友2號兩品種的果實生育迅速，從開花授粉、受精後到適合採收祇需13~15天，平均在第16天就開始轉黃而失去商品價值。在冷生長季(秋冬作)較低溫時的月華果實，生育需20~22天才適合採收，在授粉後24~26天才開始轉黃，是故使得果實從開花到採收時期，冷生長季下比在熱生長季時延遲將近一倍的時間。種子的發育在高溫下生長迅速，約在第9、10天即有半數種子外型已達成熟時的大小(約是三級種子)；第14天已有成熟種子（五級）出現。胚的發育在夏秋作高溫時第4-5天已有心臟形期的胚出現，將有利於早期救胚工作的進行。但秋冬作溫度較低，延遲了果實的發育，相對的種子和胚的發育也受到影響而減緩，其發育所需時間亦約延長為夏秋作高溫期的一倍左右。兩品種不同期作的果實發育依果長、果寬、果重的增加結果，很清楚的顯示均屬單一“S”型的果實發育曲線。

**關鍵詞**：苦瓜、胚、種子、果實、發育。

## 前 言

苦瓜( *Momordica charantia* L., bitter gourd )為雌雄同株異花(monoecious)，雌花單生，植株一般先開雄花再開雌花。果實為漿果，表面有多數條肋狀或瘤狀突起，果實形狀有紡錘形、短圓錐形、長圓錐形等。表皮有濃綠色、綠色與淺綠色及乳白色，成熟時果實變黃轉橙紅。種子為盾形而扁，外包假種皮(aril)，色淡黃至黃褐色甚或黑色，種皮較厚，表面有花紋，每一果內含有種子約20～30粒左右[3,4,5,10,16]。

苦瓜食用嫩果，果肉（植物構造上為果皮）[2]有苦味，脂肪、胡蘿蔔素和磷含量較少，但維生素C（vitamin C, ascorbic acid) 等含量高[11,16]，比番茄還多[10]；蛋白質含量亦頗為豐富，經分析很多是屬於必需氨基酸(essential amino acid) [22]營養價值高。除果實外，種子、種子油、根、嫩莖、嫩葉亦可食用[11]；成熟的假種皮稍具甜味，除了可供食用以外，自其中所抽製之茄紅素(lycopene)，是一種極安定之天然色素，可應用於食品著色上[9]。苦瓜一向也被認為是一種藥用植物[11]，李時珍(1590)的本草綱目謂其瓜「苦、寒、無毒」，可「除邪熱、解勞乏、清心明目」，有報告 [1] 指出其沸水抽出物也能抑制多種細菌之生長。整株苦瓜除成熟之假種皮外均富含抗癌物質醣苷(momordicosides) [14]。近年來研究更發

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2024號。本文為第一作者博士論文的一部份。
2. 本所園藝系助理研究員(通信作者)、助理研究員、助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學園藝研究所教授兼所長。台北市。

現苦瓜含有的蛋白質可以抑制愛滋病毒(HIV)[13]，其中稱爲MAP 30的蛋白質，抑制愛滋病毒(HIV-1)的療效已漸受肯定[12]，可知苦瓜用途廣泛，是值得重視與研究的作物。因此將針對授粉受精後果實、種子和胚發育的情形及此三者之間的相互關係等方面，進行研究與探討；並調查不同溫度(栽培季節)下對果實發育的影響，希望獲得較詳盡的苦瓜生長與發育的資料，提供相關研究人員參考應用。

## 材料與方法

冷生長季(秋冬作)以月華苦瓜爲材料，於八十一年八月底播種於育苗缽，九月中下旬定植田間，在十、十一月盛花期進行授粉、掛牌、取樣與調查的工作。熱生長季(夏秋作)於八十二年六月初播種農友2號和月華兩種苦瓜，於七、八月盛花期，重複前一年的工作。方法如下：

一、**不同期作下的果實與種子發育調查**：授粉後掛牌，開始計算開花至果實成熟轉紅爲止的生育日數。另從授粉後至果實成熟期間，依不同生育日數，每一期(兩天一次)採10果，調查果實的果長、果寬、果重、種子數和種子級數。爲便於統計將種子由發育初期到完全成熟，依其外表顏色、形狀、大小及成熟度約略分爲五級(圖5-A)：第一級種子(發育早期)長度在1公分以下，具半透明乳白色種皮；第二級種子(發育中早期)尙未成型，種皮白色，長度約在1-1.3公分之間；第三級種子(發育中期)的種殼外表已成型，但尙未變硬，種皮呈白色到乳黃色，長度在1.3公分以上；第四級種子(發育晚期)其種殼已變硬，種皮從乳黃色到淡褐色之間；第五級種子(種子成熟期)是硬種殼，種皮淡黃褐色(接近成熟)至褐色(飽滿的成熟種子)。此外每級種子逢機各選取20粒，量其種子的長、寬、厚度和秤種子的重量。

二、**胚的發育調查**：依不同發育時期所分之五級種子(圖五-A)，每一級各取10粒種子進行解剖，置於剖顯微鏡下，並以紅墨水染色輔助觀察。在胚及胚囊的發育上，依照Raghavan[19]的分級標準，調查記錄胚乳的形狀、大小及範圍，胚的形狀、大小及分析胚的發育與種子大小(級數)的相關性。

## 結　　果

**一、不同期作下的果實與種子發育調查：**

月華苦瓜冷生長季(秋冬作)於八十一年八月底播種，十月中下旬大量開花，開始進行授粉及果實和種子發育的調查。此時的日平均溫度爲十月份中下旬21℃，十一月份18.5℃（表1）。小果發育初期顏色較綠，第2天後果實開始膨大，約到第8天後，長、寬均迅速增長與膨大（圖2-A,-B），此時未成熟種子亦快速生長，但仍均在第一級階段(圖1-A，圖3-A）；第10天部份未成熟種子發育已進入第二級（圖1- B，圖3-A）；第12天時種子間發育期不同步，部份停止發育的種胚仍停留在一級發育階段甚至已消失祇剩下空的種殼，而快速發育的種胚外觀已加速膨大進入三級（圖1-C，圖3-A），此時果重平均約每二天增加一倍(圖2-C，圖3-A ）；到16天後果重的增加才逐漸緩下來，此時種子發育已達第四級（圖1-D，圖2-C）；約18~20天時果實大小已定型，此時的果實長、寬增加不多，祇有果重仍持續增加(圖2-A,B,C)，而且果重的增長明顯呈一上升的"S"曲線，這時已有達成熟階段的五級種子出現（圖1-E，圖3-A)。冷生長季開花授粉後第15~16天時果實開始轉色，經3-4天由綠色漸漸變成淡綠色，若是套袋果則由淡綠轉成白色，此時最適合採收（約20~22天，圖4-A)，但若延長2~4天不採，很快地果實由淡綠（或白色）轉成淡黃色，已不適合販賣了；而此黃熟期的果實內，五級種子的數目(近成熟階段)則不再增加，僅有成熟度的改變，此時的種子長度和寬度不變且有些反而縮短了，但厚度則變厚，因而實際的重量仍然是變重了，此時期的種殼也快速變硬、種皮顏色亦逐漸加深，使種子達到最後完全成熟的階段（表2；圖5-A)。

表1. 1992年10, 11月及1993年7, 8月之每日最高最低及平均溫度

| 月份 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 81年 | 最高 | 31.2 | 31.8 | 31.6 | 31.4 | 30.2 | 27.7 | 29.2 | 29.1 | 30.2 | 30.1 | 30.5 | 30.9 | 29.3 | 27.7 | 27.3 | 26.5 | 27.8 | 27.5 | 28.8 | 28.5 | 28.7 | 29.1 | 27.4 | 25.7 | 28.3 | 30.2 | 26.8 | 29.2 | 29.2 | 29.7 | 28.7 |
| 10月 | 最低 | 22.1 | 23.7 | 24.4 | 22.8 | 21.0 | 19.5 | 18.5 | 20.0 | 18.7 | 19.7 | 19.3 | 18.2 | 20.9 | 20.0 | 20.4 | 19.0 | 17.5 | 16.2 | 17.2 | 17.0 | 16.5 | 15.7 | 17.6 | 15.8 | 15.0 | 14.8 | 16.5 | 18.5 | 18.9 | 16.7 | 14.7 |
| | 平均 | 25.8 | 26.9 | 27.2 | 26.5 | 24.8 | 22.8 | 22.9 | 23.3 | 23.2 | 23.8 | 23.5 | 23.6 | 24.2 | 23.2 | 22.5 | 21.8 | 21.8 | 20.6 | 21.0 | 21.1 | 20.8 | 21.3 | 21.7 | 20.1 | 19.0 | 20.3 | 21.7 | 21.9 | 23.1 | 21.3 | 20.7 |
| 81年 | 最高 | 28.6 | 27.7 | 28.3 | 29.0 | 27.4 | 28.3 | 28.5 | 27.5 | 22.6 | 21.7 | 24.7 | 26.4 | 26.5 | 28.0 | 25.1 | 28.2 | 26.7 | 26.1 | 28.8 | 21.4 | 20.3 | 23.6 | 25.2 | 25.7 | 25.0 | 22.8 | 24.3 | 25.9 | 26.2 | 27.6 | |
| 11月 | 最低 | 17.0 | 16.0 | 16.4 | 16.9 | 16.5 | 15.9 | 15.7 | 15.1 | 14.9 | 9.8 | 9.1 | 12.4 | 16.2 | 18.8 | 20.7 | 18.4 | 17.9 | 18.2 | 18.1 | 13.5 | 12.2 | 11.7 | 16.4 | 15.0 | 13.5 | 13.0 | 11.2 | 13.7 | 12.7 | 15.4 | |
| | 平均 | 21.6 | 20.5 | 21.3 | 21.6 | 21.1 | 21.1 | 20.5 | 19.9 | 17.8 | 15.5 | 15.8 | 18.6 | 20.4 | 22.1 | 22.4 | 21.7 | 21.2 | 21.8 | 22.4 | 17.4 | 14.6 | 17.6 | 19.4 | 19.3 | 18.2 | 17.4 | 17.3 | 18.4 | 18.7 | 20.0 | |
| 82年 | 最高 | 34.2 | 32.8 | 33.5 | 35.0 | 34.9 | 34.9 | 34.9 | 33.9 | 33.6 | 34.7 | 35.2 | 34.4 | 33.8 | 33.7 | 33.2 | 33.3 | 33.8 | 33.6 | 31.5 | 33.8 | 33.7 | 33.6 | 33.1 | 33.0 | 34.2 | 33.9 | 33.6 | 34.8 | 34.5 | 34.4 | 33.2 |
| 7月 | 最低 | 26.6 | 25.5 | 24.1 | 25.1 | 24.6 | 24.4 | 24.5 | 24.5 | 24.4 | 24.5 | 23.8 | 22.9 | 24.3 | 24.2 | 25.8 | 25.0 | 25.2 | 26.6 | 24.8 | 24.6 | 25.6 | 24.6 | 24.9 | 25.1 | 26.0 | 25.0 | 25.6 | 25.2 | 25.8 | 25.0 | 25.3 |
| | 平均 | 29.7 | 28.3 | 28.5 | 29.1 | 29.2 | 29.3 | 29.1 | 28.6 | 28.4 | 28.1 | 26.4 | 27.7 | 27.7 | 28.6 | 29.0 | 28.9 | 29.4 | 27.6 | 29.0 | 28.6 | 28.4 | 28.5 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.3 | 29.7 | 28.5 | 27.7 |
| 82年 | 最高 | 33.8 | 34.3 | 33.9 | 32.9 | 32.9 | 33.3 | 33.4 | 35.3 | 33.2 | 33.0 | 32.8 | 33.5 | 33.1 | 32.2 | 32.7 | 33.4 | 34.5 | 32.3 | 33.8 | 34.7 | 34.5 | 32.5 | 32.1 | 33.3 | 33.2 | 34.1 | 33.3 | 33.2 | 33.6 | 33.0 | 32.5 |
| 8月 | 最低 | 24.8 | 25.6 | 25.9 | 26.1 | 25.6 | 25.2 | 25.3 | 25.6 | 24.7 | 24.6 | 24.1 | 24.3 | 24.7 | 24.5 | 23.9 | 24.4 | 25.2 | 25.1 | 23.9 | 24.3 | 24.3 | 25.5 | 24.4 | 25.2 | 24.4 | 23.5 | 23.5 | 23.4 | 22.8 | 23.1 | 22.3 |
| | 平均 | 29.1 | 29.3 | 29.1 | 29.1 | 29.0 | 28.8 | 29.2 | 29.2 | 26.9 | 27.6 | 26.9 | 27.8 | 28.6 | 26.9 | 27.6 | 28.7 | 28.1 | 28.4 | 27.5 | 28.0 | 28.3 | 28.3 | 27.3 | 28.3 | 28.0 | 28.4 | 28.5 | 26.2 | 26.6 | 27.5 | 26.6 |

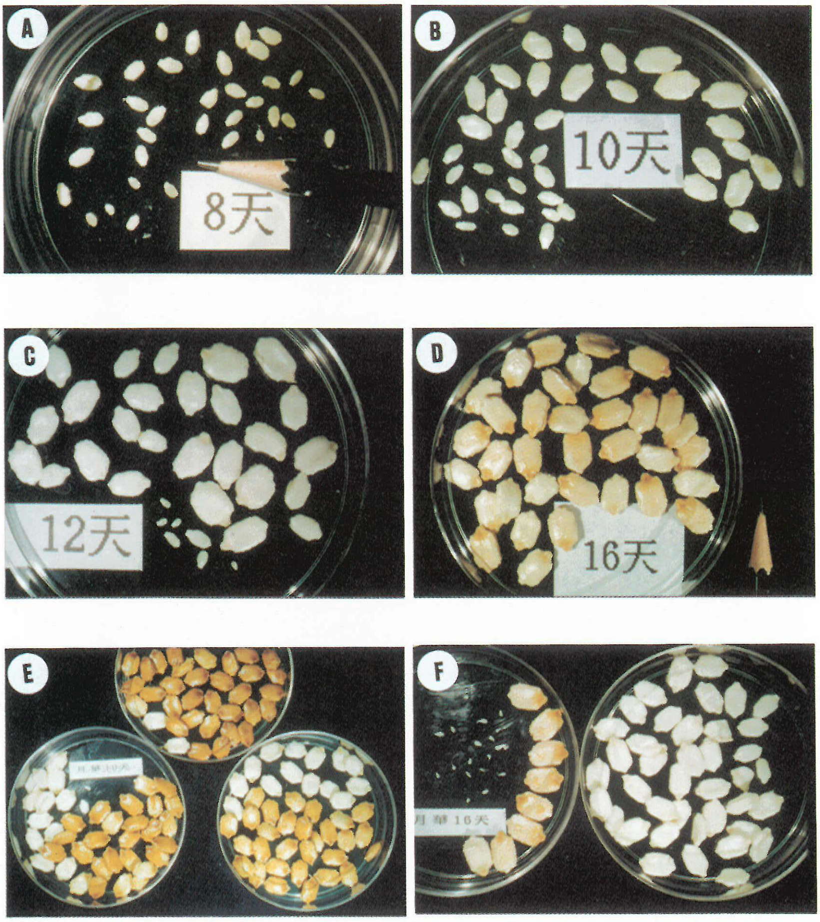



圖1. 月華苦瓜1992年冷生長季(秋冬作)和1993年熱生長季(夏秋作)栽培時種子發育的外觀

**Fig 1.** Features of seeds in fruit of different developmental stage of bitter gourd cv. Moon Shine in cold growth season of 1992 and in hot growth season of 1993.

1-A~1-E 1992年冷生長季(秋冬作)種子（The seeds belong to cold growth season of 1992.）

1-A 授粉後8天的種子，種殼軟，大小不到成熟種子一半
（8 days after pollination, soft coat, half of full growing size.）

1-B 授粉後10天的種子，部分種子已達一公分
（10 days after pollination, above 1 cm of partial seeds.）

1-C 授粉後12天的種子，部分種子外觀已成型
（12 days after pollination, full growing size of partial seeds.）

1-D 授粉後16天的種子，淡褐色種殼出現
（16 days after pollination, light brown seed coat.）

1-E 授粉後19天的種子，種子大都成熟
（19 days after pollination, all most mature seeds.）

1-F 在1993年熱生長季(夏秋作)同爲授粉16天但果內的種子發育完全不一樣
( Asynchronous seed development and seed size from two fruits at 16 days after pollination in hot growth season of 1993. )

表2. 兩種苦瓜種子不同發育等級之性狀調查[z]

**Table 2.** Characteristic comparison of two varieties of bitter gourd seeds at different developmental stages [z]

| Variety | Grade | Length (cm) | Width (cm) | Thickness (cm) | Fresh weight (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| Moon Shine | 1 | 0.86 ± 0.042 | 0.51 ± 0.018 | 0.10 ± 0.007 | 0.07 ± 0.007 |
| Known-You No.2 | | 0.89 ± 0.034 | 0.51 ± 0.011 | 0.14 ± 0.006 | 0.11 ± 0.005 |
| Moon Shine | 2 | 1.29 ± 0.14 | 0.78 ± 0.017 | 0.21 ± 0.013 | 0.16 ± 0.02 |
| Known-You No.2 | | 1.24 ± 0.12 | 0.73 ± 0.016 | 0.21 ± 0.014 | 0.16 ± 0.024 |
| Moon Shine | 3 | 1.34 ± 0.31 | 0.90 ± 0.068 | 0.21 ± 0.045 | 0.26 ± 0.064 |
| Known-You No.2 | | 1.43 ± 0.26 | 0.86 ± 0.087 | 0.26 ± 0.047 | 0.30 ± 0.069 |
| Moon Shine | 4 | 1.34 ± 0.14 | 0.96 ± 0.054 | 0.21 ± 0.026 | 0.32 ± 0.042 |
| Known-You No.2 | | 1.45 ± 0.2 | 0.86 ± 0.047 | 0.25 ± 0.023 | 0.30 ± 0.046 |
| Moon Shine | 5 | 1.34 ± 0.16 | 0.92 ± 0.024 | 0.22 ± 0.021 | 0.34 ± 0.027 |
| Known-You No.2 | | 1.38 ± 0.15 | 0.82 ± 0.02 | 0.25 ± 0.021 | 0.31 ± 0.025 |

[z] Average of 20 seeds.

八十二年熱生長季(夏秋作)則進行月華及農友2號兩種苦瓜的調查，六月初播種七月中下旬進入量產；此時日平均溫度在七月中下旬爲28.6℃，八月爲28.1℃（表1）。熱生長季果實發育較快，月華苦瓜授粉後，第4天的果長、果寬就迅速生長（圖2-A,B），而果重則以平均每天增加爲原來1.5~2倍的速度增長（圖2-C）；果內未成熟種子的發育也極爲快速，第4~5天種子發育即達第二級，第6~7天種子發育即達第三級，第10天已有四級種子出現（圖3-B），未成熟種子發育的趨勢和冷生長季類似，唯整個發育期縮短了。第12天果實表面已開始轉色變淡綠或變白；果重的增加到第13、14天已漸趨緩和，最適合採收期一般約在第13~15天，此時若不採收，一兩天後（約16天以上）即迅速轉黃而失去商品價值（圖4-B）。適合採收時的果實雖然近成熟階段，但種子發育較慢，達五級成熟期的數量尚不多；而是在果實成熟期到黃熟期的階段，種子才大量且迅速的成熟到達五級的完熟後期（圖3-B）。農友2號苦瓜的果實、種子發育趨勢（圖2-A,B,C，圖3-C）和月華苦瓜類似也是發育快速，第5天即可出現二級種子，第6天種子發育已達第三級，而第11、12天有大量的三級種子出現，接著第14天就有四、五級種子產生。農友2號果實轉色與採收期和月華苦瓜差不多，果重的增長亦明顯呈一上升的"S"曲線。兩種苦瓜在熱生長季有一較明顯的共通現象，即同一天開花的雌果，由於大小不同、著生部位不同，隨著發育日數的增加，單果間的大小差異也逐漸加大，因而影響到果實內部種子的發育也導致很大的差異（圖1-F），此情形在苦瓜冷生長季時很少發生。

**二、種胚的發育調查：**

爲瞭解種子大小與胚發育的關係，依前述以種子顏色、大小、形狀和質地分成五級（圖5-A），每級各取20粒的月華和農友2號苦瓜種子，量其長、寬、厚度及單粒重（表2），並解剖調查胚的發育。結果顯示種子發育由一級到二級，兩個品種的平均種子長、寬各增加了50%，種子厚度增加100%，但種子的重量衹有增加30%。兩種苦瓜種子從二級發育到三級，在長、寬均略有增加，種子厚(高)在農友2號無增加，而在月華品種則略有增加，使得月華種子在重量上三級較二級約增加100%，而農友

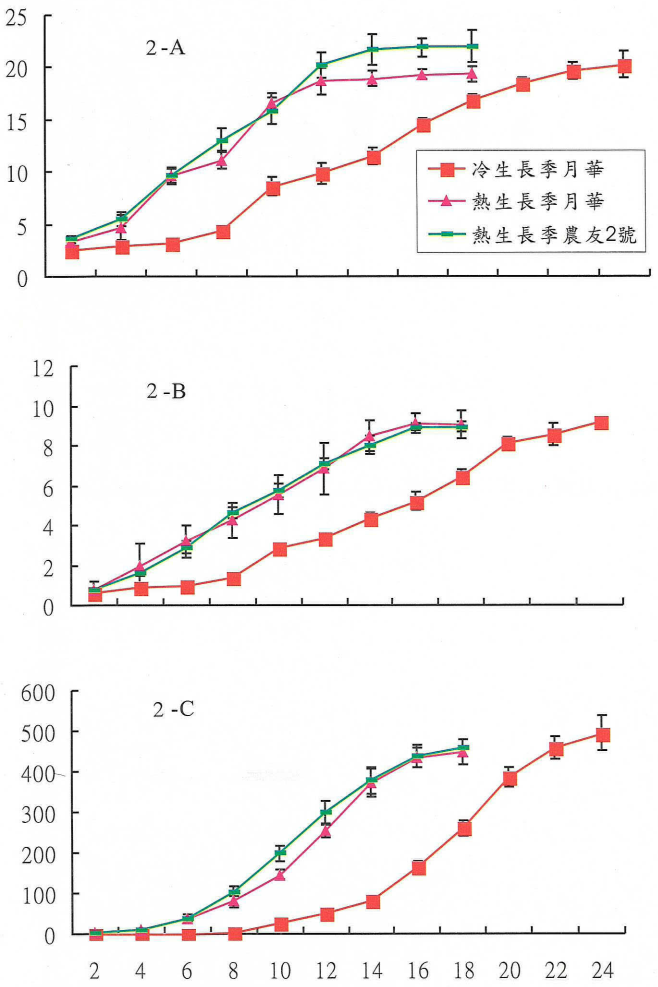



**圖2.** 月華和農友2號兩苦瓜品種在冷生長季和熱生長季的果長、果寬和果重發育曲線

**Fig 2.** Growth curve of fruit length, fruit width and fruit weight of bitter gourd cvs. Moon Shine and Known-You No. 2 in cold growth season and hot growth season.

2號則只增加60%。種子往後繼續發育從三級、四級到五級，其外殼的長、寬、厚都沒什麼增加，反而到五級的種子(尤其是發育後期)時，其長度和寬度反而略有縮短的現象；隨種子發育級數的增加而持續增加的只有種子重。在胚及胚囊的發育上依照Raghavan [19]的分級標準，第一級種子(發育早期)的範圍大約是結合子（zygote）開始細胞分裂成細胞團到球型期（globular stage）的階段，此階段的胚很小，仍是一團細胞，呈半透明，外表由透明的胚囊所包裹，這個時期的胚大小約在0~100 μm。二級種子(發育中早期)胚的發育約從球形期或早心臟形期（early heart-shaped stage）(其大小在101~200 μm左右)，經晚心臟形期（late heart-shaped stage）(其大小約在250~500 μm左右)（圖5-B）到魚雷形型期（torpedo-shaped stage）其大小約在500~900 μm左右（圖5-C）；此時的胚在解剖顯微鏡下可明顯看出，為一乳白色小點及其約略形狀，此時透明的胚囊約佔未成熟種子腔的1/5~1/4。三級種子(發育中期)的胚則從魚雷形期之後經近似子葉期的拐杖形期(walking-stick-shaped)（圖5-D）大小約在

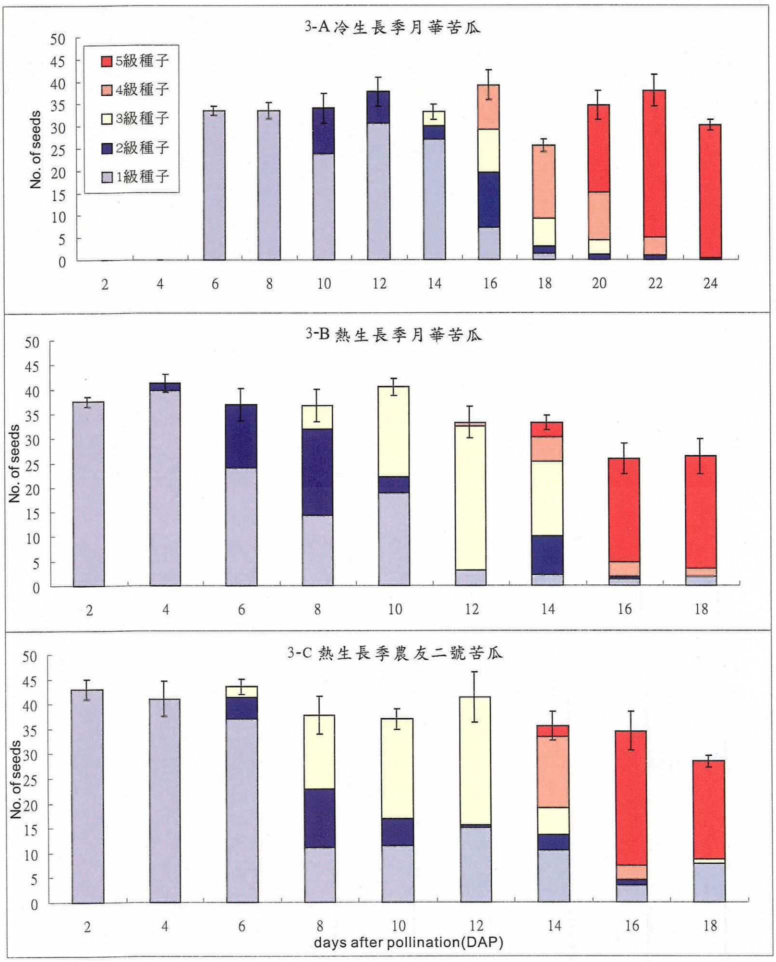


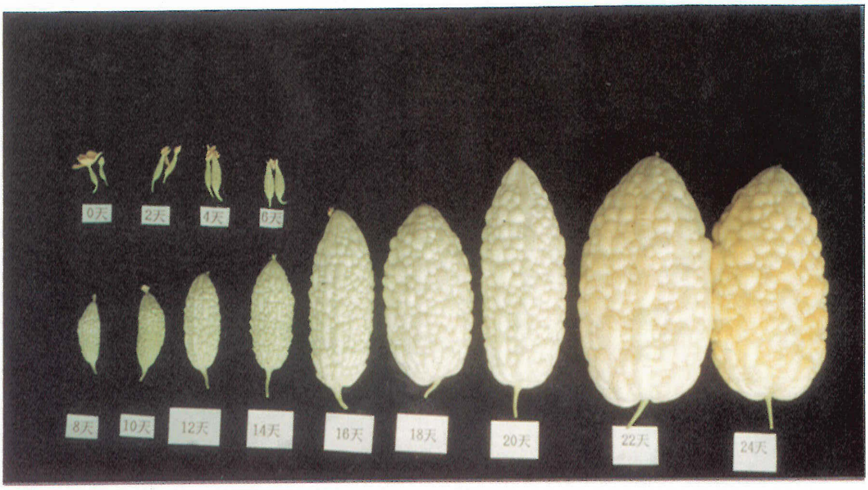

**圖3.** 月華和農友2號苦瓜冷生長季和熱生長季對果實內種子發育程度和速率的比較

**Fig 3.** Comparison of seed development between bitter gourd cvs. Moon Shine and Known-You No. 2 in cold growth season and hot growth season.

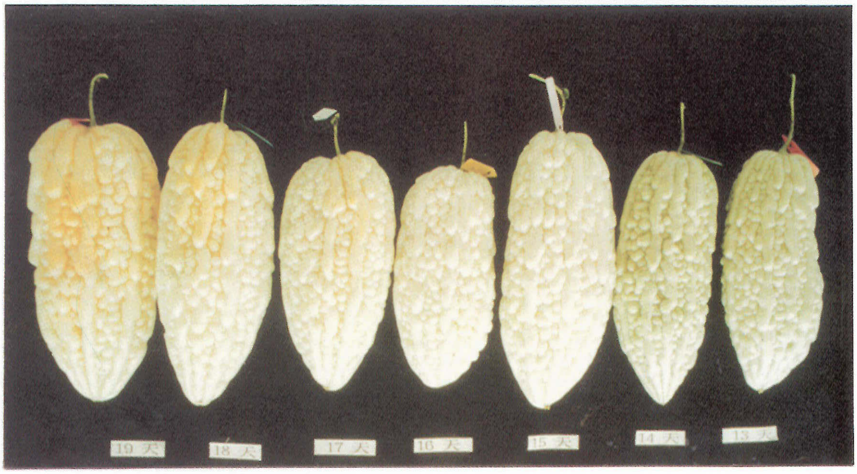
2~4mm，到子葉期的倒U型期（inverted-U-shaped）大小約在4~8mm；倒U型期只看到胚和子葉，胚囊已逐漸消失不見了，囊膜和子葉幾乎完全密合（圖5-A第3行下方）；而從魚雷形期到拐杖形期的胚囊仍明顯可見，胚囊約佔種子腔的1/4~1/2（圖5-C）。四級種子(發育晚期)的胚和子葉仍爲白色，在逐漸變厚加寬加大中（圖5-A第4行下方）。五級種子(發育爲成熟期)含近成熟或成熟的胚、子葉，其表皮顏色已由白色轉成綠色，漸加深成墨綠色，此階段透明的胚囊已不見，胚囊和子葉已完全密合，此墨綠色的膜就是種子成熟後包覆在子葉和胚上的胚囊薄膜（圖5-A第5行下方）。

## 討　論

本試驗於熱季(夏秋作)和冷季(秋冬作)栽種苦瓜，此兩期作苦瓜的幼苗培育階段分別是1993年6月和1992年9月，此時在台灣中部均仍處於高溫下，植株的生長、發育極爲快速，因此從播種、定植到




4-A 1992年冷生長季(秋冬作)月華苦瓜授粉後不同天的果實發育
Fruit growth of bitter gourd cv. Moon Shine at different days after pollination in cold growth season of 1992.




4-B 1993年熱生長季(夏秋作)月華苦瓜授粉後不同天的果實發育
Fruit growth of bitter gourd cv. Moon Shine at different days after pollination in hot growth season of 1993.

**圖4.** 冷、熱兩生長季月華苦瓜果實肥大發育成熟情形

**Fig 4.** The development and enlargement of fruits in bitter gourd cv. Moon Shine at two growth seasons.

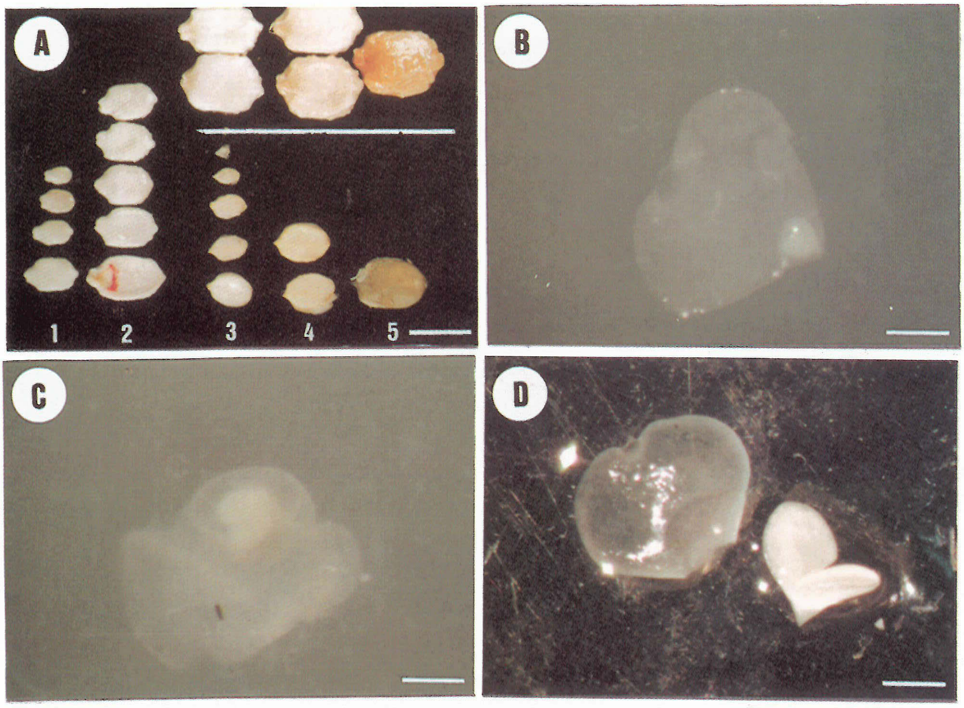



**圖 5.** 苦瓜胚和種子不同發育期的外觀形態

**Fig 5.** The phenotypic appearance of developmental embryos and seeds of bitter gourd at various stages.

5-A　1~5級不同發育時期的胚和/或種子(依序為1.均為第1級種子2.均為第2級種子(但最下方一粒為剖半種子並用紅墨汁框出胚囊的範圍)3.白線上方為第3級種子下方為第3級胚(含胚囊) 4.白線上方為第4級種子下方為第4級胚(含胚囊) 5.白線上方為第5級種子下方為第5級胚(含胚囊)。

1~5 grade (from left to right) of the developmental stages of embryos and/or seeds. 1. 1 grade seeds. 2. 2 grade seeds. 3. 3 grade seeds on the line, 3 grade embryos under the line. 4. 4 grade seeds on the line, 4 grade embryos under the line. 5. 5 grade seeds on the line, 5 grade embryos under the line. bar = 10 mm.

5-B　心臟形期胚（白色不透明小點，外罩半透明胚囊）。

Heart-shaped stage of embryo. bar = 1mm.

5-C　魚雷形期胚（白色不透明，外罩半透明胚囊）。

Torpedo-shaped stage of embryo. bar = 1mm.

5-D　近似子葉期中的拐杖形期胚（右邊為胚，左邊為胚囊）。

Nearly walking-stick shaped embryo in cotyledon stage. bar = 2mm.

第一朵雌花開花，兩期作的時間相當一致，僅需40~45天左右。而夏秋作，月華和農友二號兩品種授粉後，果實發育正處於高溫期，從開花到採收祇要14~15天，一般約在第12天果實表面已開始轉變為淡綠或白色，當苦瓜市場價格好時，農民會提前於此時採收販賣；關[10]和岩佐[11]也指出，東南亞地區栽培的苦瓜，正常發育生長約半個月可採收，此亦證明苦瓜一般栽培時期是在熱帶夏秋季。秋冬作結果期溫度較低(平均約低7~9℃)，則明顯的延遲月華果實的發育，從開花授粉到採收平均須20天以上才適合採收，且種子和胚的發育也明顯的跟著延緩了。例如秋冬作的月華三級未成熟種子在授粉後第十四天出現，較夏秋作的月華在授粉後第七天和農友二號在授粉後第六天出現，整整晚了一倍(7-8天)

以上的時間，由此顯示溫度對苦瓜植株的生長、果實的發育影響很大。雖然一般胚培養的救胚行動愈早愈好，但也愈難培養[21]；據觀察三級未成熟種子的胚發育階段是介於魚雷型期到子葉的拐杖型期間，這時期若進行胚培養，成功的機率大[20]；但由於溫度的改變影響苦瓜種子和胚的發育很大，因此若要進行此時期的胚培養時，必須要注意不同栽培期的取樣時機。

初期剛發育的苦瓜果實內，每一子房中平均有40到50個胚珠，最高可達60個以上；但一般僅20~30粒種子會成熟，最多近40粒。本調查亦顯示授粉、受精佳的果實，其成熟種子數可達40粒以上，且大都集中在果實的中、後段，而其不發育或發育不良的種子則都集中在果實頭部（近果梗端，即遠離柱頭端）；有報告[8]指出，授粉後花粉管在果實內的延伸，愈往後(遠離柱頭端)花粉管數愈少，幾乎找不到花粉管，由成熟種子的分佈，顯示果實的結實率可能和此現象有關。然一個完全正常發育且成熟的果實所收穫的種子，往往只有原來幼果(雌花)胚珠數的一半或更少，因此應該還有其他的影響因素。依據圖4-B, C顯示，夏秋作兩種苦瓜在授粉八~十天後，其果實內發育若達二、三級階段的種子量大於成熟階段的種子量，據推測可能是在授粉八~十天後，其果實內的種子發育若生長慢仍停留在第一級或第二級初期的階段，則往後將難再繼續發育至成熟的種子，而發育已達第二級以上，則可繼續發育至成熟的階段；已知苦瓜種子比其他大多數的瓜類都大(蛇瓜除外)，生長發育快速，成熟期亦比其他大多數的瓜類早，造成種子之間吸收養份的競爭勢必明顯，因此不同級種子之間的發育，除可能受到授粉受精的影響外，推測也會受到養分競爭的影響；而其詳細的影響機制，則有待進一步的探討。

苦瓜果實成熟快，其老化更快，成熟果若延2~4天不採，很快地由淡綠（或白色）轉成淡黃色就失去商品價值了，這可能和苦瓜屬更年期果實對乙烯敏感有關[7]。然而從果實成熟到黃熟老化，這段黃熟期對四、五級種子的完熟卻很重要，據調查此時成熟種子數目不增或增加有限，且種子長和寬不增反而變短了，然而種子的厚度變厚重，且整粒種子的重量仍持續增加中，加上種殼變硬，種皮顏色加深，內含物充實而可達到種子完全成熟的目標。 Delouche[15]也指出種子採收的後熟處理很重要，若後熟不足會影響採收種子的品質與壽命。兩品種不同期作的果實發育依果長、果寬、果重的增加結果(圖2)，很清楚的顯示均屬單一“S”型的果實發育曲線，其結果和郭[6]的報導相同。

## 引用文獻


1. 李季眉。 1982。苦瓜抑菌成份的性質。中華農學會報。127:68-76。
2. 李揚漢。 1991。蔬菜解剖與解剖技術：第六章蔬菜花的形態與解剖和第七章蔬菜果實和種子的解剖。第252-324頁。農業出版社。北京。
3. 肖春英、張日藻。 1987。蔬菜栽培學各論：苦瓜(浙江農業大學主編，南方二版) 。第287-289頁。農業出版社。北京。
4. 林學正、蕭吉雄、張有明、林泰椿。 1985。瓜類種源圖說。台灣省農業試驗所編印。台中。 60頁。
5. 郁宗雄。 1982。瓜類栽培：苦瓜(梁鶚主編，增訂三版)。第150-156頁。豐年社出版。台北。
6. 郭純德。 1987。苦瓜果實採收成熟度與採收後生理之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文70頁。
7. 郭純德、蔡平里、林宗賢。 1987。採收後苦瓜果實之呼吸型式及乙烯自動催化生成。中國園藝33:161-171。
8. 張有明、劉邦基、蕭吉雄、許圳塗。 1999。苦瓜果實構造及發育之研究 I. 苦瓜果實構造與受精過程。中華農業研究48(4):23-31。
9. 顏國卿、孫璐西、李東慶。 1981。苦瓜子中番茄紅素之研究 I.成分鑑定、番茄紅素含量調查及催熟試驗。中國農業化學會誌19(3,4):227-235。
10. 關佩聰。 1985。苦瓜-中國農業科學院蔬菜研究所(主編)。中國蔬菜栽培學。第607-611頁。農業出版社。北京。
11. 岩佐俊吉。 1980。熱帶的蔬菜--苦瓜(Bitter gourd)。第45-48頁。養賢堂。東京。
12. Bourinbaiar, A.S. and S. Lee-Huang. (1995) Potentiation of anti-HIV activity of anti-inflammatory drugs, dexamethasone and

indomethacin, by MAP30, the antiviral agent from bitter melon.. Biochem. Biophys. Res. Commun. 208(2):779-785.
13. Dagani, R. (1991) New plant proteins inhibit HIV in vitro. Chem. Eng. News. 69(37):29-30.
14. Devadas, V.S. and S. Ramadas. (1994) Heterosis and combining ability for bitter principals in *Momordica charantia* Linn. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 17:132-134.
15. Delouche, J.C. (1980) Enviromental effects on seed development and seed quality. HortScience 15:775-780.
16. Herklots, G.A.C. (1972) Vegetables in South-East Asia-Bitter cucumber. London, George Allen & Unwin LTD, pp.333-338.
17. McCreight, J.D., H. Nerson and R. Grumet. (1993) Melon ( *Cucumis melo* L. ) In : Genetic Improvement of Vegetable Crops, Kalloo, G. and B.O. Bergh. (eds.), Pergamon Press, Oxford, pp. 267-294.
18. Mini Raj, N., K.P. Prasanna and K.V. Peter. (1993) Bitter gourd ( *Momordica* spp. ) In : Genetic Improvement of Vegetable Crops, Kalloo, G. and B.O. Bergh. (eds.), Pergamon Press, Oxford, pp. 239-246.
19. Raghavan, V. (1965). Hormonal control of embryogenesis in *Capsella*. In: Proceedings of an International Conference on Plant Tissue Culture, R. White and A.R. Grove (eds.), McCutchan Publishing Corp, Berkeley, pp. 357-369.
20. Raghavan,V.(1994) In vitro methods for the control of fertilization and embryo development. In: Plant Cell and Tissue Culture, Kluwer Academic Publishers, Vasil. I.K. and T.A. Thorpe. (eds.), Netherlands, pp.173-194.
21. Williams, W.M.,, G. De Lautour. and E.G. Williams. (1987) A hybrid between *Ornithopus sativus* and *O. comperssus* cv. 'Pitman' obtained with the aid of ovule-embryo culture. Aust. J. Bot. 35(2):219-226.
22. Yuwai, K.E., K.S. Rao, C. Kaluwin, G.P. Jones and D.E. Rivett. (1991) Chemical composition of *Momordica charantia* L. fruits. J. Agric. Food Chem. 39:1762-1763.

# Observation of Fruit Anatomy and Development of Bitter Gourd

## II. Development of Embryo, Seed and Fruit of Bitter Gourd[1]

You-Ming Chang, Ying-Hiey Cheng, Wha-Shin Hsu[2]
and Pung-Ling Huang[3]

**Summary**

The fertilized fruit of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) grow rapidly under high temperature in hot growth season (summer-autumn period) of 1993, it took 12 to 16 days for harvest and the fruit turn yellow in 16 days in Taiwan . It took 20 to 22 days for harvest under lower temperature in the cold growth season (autumn-winter period) of 1992. The fruit color turn yellow in 24 days after pollination (DAP). Seeds of bitter gourd also develop rapidly at high temperature. About 50% of seeds develop into third grade with the size near maturity at 9-10 DAP. But few seeds(about 30~40%) develop into mature seed (fifth grade) at 14-16 DAP. In hot growth season, some embryos develop to heart-shaped stage at 4-5 DAP which should be benefit for embryo rescue manipulation. On the contrary, the fruit growth, seed and embryo development were delayed in cold growth season of 1992.

**Key words** : bitter gourd, embryo, seed, fruit, development.

---

1. Contribution No. 2024 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. This paper is a part of the Ph D. thesis of the senior author.
2. Respectively, Assistant Horticulturist (corresponding author, e-mail address: ymchang@wufeng.tari.gov.tw), Assistant Horticulturist and Assistant, Department of Horticulture, TARI Wufeng, Taichung, Taiwan.
3. Professor and head, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 61～67 (2000)

# 兩種檬果葉蟬之田間分布與藥劑防治[1]

溫宏治[2]

**摘要**：於台灣爲害檬果之葉蟬有二種，即爲檬果褐葉蟬( *Idioscopus niveosparsus* Leth )與檬果綠葉蟬( *I. clypealis* Leth )。兩種葉蟬於愛文、金煌、海頓及本地種不同檬果品種植株上之分布比例(褐葉蟬：綠葉蟬)分別爲1.04：1、1.43：1、0.99：1及0.32：1，顯然綠葉蟬於本地種檬果植株上較佔優勢。按愛文檬果株高區分，低於2公尺(小)、介於2~3公尺(中)及高於3公尺(大)等三種株高，調查二葉蟬之分布，其比例分別爲1.93：1、1.04：1及0.31：1，而在本地種小、中、大棵檬果樹二種葉蟬之比例分別爲0.61：1、0.32：1及0.18：1，顯然植株較高大之檬果樹綠葉蟬族群量較大；另於混植有龍眼樹之愛文、海頓及本地種檬果植株上，兩種葉蟬之分布比例分別爲0.69：1、0.75：1、0.27：1，顯然檬果園有龍眼樹混植時綠葉蟬較佔優勢。室內毒殺測試及田間防治試驗結果，2.8%賽洛寧乳劑對綠葉蟬防治效果最好，而5%護賽寧水溶劑及3%亞滅培乳劑則對檬果褐葉蟬防治效果較佳。

**關鍵詞**：檬果、檬果褐葉蟬、檬果綠葉蟬、田間分布、防治試驗。

## 前　言

檬果爲台灣重要水果之一，由中南部至東部均有種植，種植面積約2萬8百餘公頃，在果樹中種植面積，僅次於柑桔[1]。爲害檬果害蟲種類迄今在台灣有記錄者達6目23科56屬80種及蜱蟎類二種，合計82種[3, 6, 7]。這些害蟲並非全部都具有經濟重要性，但足以引起產量和品質受損者約有8~10種，其中檬果葉蟬於花期爲害最爲慘烈，防治不當時，易造成花穗全毀[4, 5]。爲害檬果之葉蟬有二種，一爲檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nivesparsus* Leth)；另一爲綠葉蟬 (*I . clypealis* Leth)。檬果褐葉蟬亦稱檬果頭巾葉蟬，分布於台灣、中國大陸、菲律賓、爪哇、印度、錫蘭、新加坡等地，國內寄主植物僅於檬果，國外尚記錄有柑桔、胡桐及人心果[8, 11]。綠葉蟬又稱龍眼葉蟬，分布於台灣、爪哇、菲律賓、印度，寄主植物除檬果外，尚有龍眼[9, 17]。此二葉蟬均會於檬果花穗上吸食汁液，造成花穗枯萎，花蕾脫落，影響結實率甚大[10, 11, 13, 16]。

目前正式推廣於防治檬果葉蟬之藥劑多達18種，但近年來發現部份藥劑防治不佳，此情形也發生在印度、菲律賓[12, 13, 14, 15]，按田間觀察，近年來綠葉蟬密度有增加之趨勢，是否因二種葉蟬族群發生變動及對其農藥感受性不同，因而產生防治困難，實有必要重新加以釐清，俾提供果農於發生葉蟬時，能做適當的防治處置。

## 材料與方法

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2025號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所副研究員兼系主任。台灣省　高雄縣　鳳山市。

**一、兩種危害檬果之葉蟬在不同品種檬果樹上之族群分布**

於民國86年7月至88年6月不定期至台南、高屏地區檬果主要產地(包括台南縣玉井鄉、南化鄉、高雄縣田寮鄉、路竹鄉、鳳山市、大寮鄉、甲仙鄉、六龜鄉、旗山鎮、阿蓮鄉、屏東縣三地門鄉、潮州鎮、枋山鄉、屏東市、高樹鄉、來義鄉)調查，每地區依當地栽植品種選2個果園，每個果園調查20株，每株用捕蟲網由樹體之東西南北面沿樹冠掃蟲，每株掃50次，並以肉眼計算掃網內所捕捉到之褐葉蟬及綠葉蟬之成蟲數。

**二、黃色粘片引誘成蟲數與植株上若蟲數之關係研究**

分別於愛文、海頓及本地種檬果園內，每10公尺懸掛黃色粘片(12 × 15 cm)一片，共20片，每週調查粘片上之成蟲數及換片一次，每株並逢機取樣5個花穗，拍擊花穗3下，讓葉蟬掉落於塑膠盤(30 × 40 cm)內，並計算盤上之褐葉蟬與綠葉蟬若蟲數。

**三、防治試驗**

(一)室內接蟲毒殺試驗

本試驗藥劑處理有50%免敵克(Bendiocarb) WP 稀釋1,500倍、3%亞滅寧(alphamethrin) EC稀釋1,000倍、2.8%賽洛寧(cyhalothrin) EC稀釋 4,000倍、85%加保利(carbaryl) WP稀釋 1,700倍、5%護賽寧(flucythrinate) L稀釋 1,500倍、25%布芬淨(buprofezin) WP稀釋 750倍與不施藥等7處理。試驗方法係先將檬果未謝花穗採下後浸漬於不同藥劑稀釋液三分鐘，陰乾後將每枝花穗分別置入雙口玻璃筒中，花穗並插入裝水之三角瓶以保持活力，然後每花穗分別接入褐葉蟬成蟲、若蟲或綠葉蟬成蟲、若蟲各200隻，於接蟲後12、24、36、48、60及72時計算死蟲數，每一處理3個重複。

(二)田間防治試驗

本試驗於鳳山市檬果園實施，試驗藥劑種類及濃度，均與室內接蟲毒殺試驗相同。試區規劃採逢機完全區集設計，每一處理檬果2株，重複4次。藥劑於花穗展開後葉蟬發生盛期，以動力噴霧器均勻噴施，每10天噴一次，連續2次。第一次施藥前及第二次施藥後7、14及21天調查，調查時每株逢機取樣5枝花穗，拍擊花穗3下，讓葉蟬掉落於塑膠盤(30 × 40 cm)內，立即掃入塑膠袋內，移入室內分別計算褐葉蟬及綠葉蟬成蟲、若蟲數。

## 結果與討論

**一、兩種危害檬果之葉蟬在不同品種檬果樹上之族群分布**

自86年7月至88年6年調查台灣南部檬果葉蟬之族群結果，發現二兩種葉蟬之族群密度於各地區發生不盡相同，可因人爲管理方式，或氣候因素不同而改變其族群。就整個調查資料研判，檬果葉蟬之發生除受氣候、檬果生育期影響外，也與檬果品種之不同、植株大小及有無混植龍眼樹等因素有關。在4種植株約略相同之檬果園內，金煌品種檬果園內褐葉蟬分布較綠葉蟬多，其比例爲1.43：1；愛文及海頓品種檬果園內褐葉蟬與綠葉蟬之分布量相近，其比例分別爲1.04：1及0.99：1；而本地種檬果園內綠葉蟬分布遠多於褐葉蟬，其比例分別爲0.32：1 (表1)。此外，檬果植株大小對兩種葉蟬族群發生密度也有影響，如植株低於2 公尺之愛文品種檬果園內，其所分布之褐葉蟬較綠葉蟬爲多，比例爲1.93：1；高度介於2~3公尺之植株二蟲分布量略同，比例爲1.04：1；而植株高於3公尺之植株則褐葉蟬反較綠葉蟬少，其比例爲0.31：1 (表2)。但在本地種檬果則無論植株大小，均以綠葉蟬較多，而且植株愈高，差異愈顯著。在愛文、海頓及本地種檬果園內如混植有龍眼者或與龍眼園爲鄰，其綠葉蟬之分布量較多，如愛文品種檬果植株上，褐葉蟬與綠葉蟬之比值爲0.69：1，海頓檬果園則爲0.75：1，本地種檬果園則更顯著爲0.27：1 (表3)。探其因仍龍眼係綠葉蟬之寄主，尤其植株愈大更有利於綠葉蟬之棲息及繁殖。

表1. 二種檬果葉蟬於4種品種檬果園之族群密度比較

**Table 1.** The populations of *I. niveosparsus* and *I. clypealis* in the orchard of 4 varieties of mango

| Mango [z] Variety | No. of leafhopper ／ 100 sweeps MBL [y] | GL [x] | Ratio (MBL／GL) |
|---|---|---|---|
| Irwin | 277.5 | 267.6 | 1.04 |
| Jin- huang | 219.5 | 153.0 | 1.43 |
| Haden | 170.5 | 171.0 | 0.99 |
| Native var. | 96.0 | 299.5 | 0.32 |

[z] Averaged height of mango plants was 2~3m.

[y] MBL ： Mango brown leafhopper.

[x] GL ： Green leafhopper.

表2. 二種檬果葉蟬於不同高度之檬果植株之族群密度比較

**Table 2.** The populations of *I. niveosparsus* and *I. clypealis* on different heights of two varieties of mango plants

| Mango [z] Variety | Plant height (m) | No. of leafhopper ／ 100 sweeps MBL [y] | GL [x] | Ratio (MBL／GL) |
|---|---|---|---|---|
| Irwin | under 2 m | 344.3 | 178.0 | 1.93 |
| | 2 ~3 m | 277.5 | 267.0 | 1.04 |
| | over 3m | 215.0 | 687.0 | 0.31 |
| Native var. | under 2m | 31.0 | 51.0 | 0.61 |
| | 2 ~3 m | 96.0 | 299.0 | 0.32 |
| | over 3m | 173.0 | 944.0 | 0.18 |

[y] MBL ： Mango brown leafhopper.

[x] GL ： Green leafhopper.

表3. 二種檬果葉蟬於混植有龍眼的檬果園之族群密度比較

**Table 3.** The populations of *I. niveosparsus* and *I. clypealis* on 3 varieties of mango in orchards with mixed planting of longan trees

| Mango [z] Variety | No. of leafhopper ／ 100 sweeps MBL [y] | GL [x] | Ratio (MBL／GL) |
|---|---|---|---|
| Irwin | 214.0 | 267.5 | 0.69 |
| Haden | 129.5 | 171.0 | 0.75 |
| Native var. | 113.0 | 424.5 | 0.27 |

[z] Averaged height of mango plants was 2~3m.

[y] MBL ： Mango brown leafhopper.

[x] GL ： Green leafhopper.

## 二、黃色粘片引誘葉蟬成蟲數與植株上若蟲之關係研究

於檬果園內利用黃色粘片可以粘上大量之檬果葉蟬成蟲，因而證實檬果葉蟬(包括褐葉蟬與綠葉蟬)成蟲對黃色有偏好性。進一步比較在愛文、海頓及本地種檬果園內設置黃色粘片所粘之褐葉蟬、綠葉蟬成蟲數($Y_1$、$Y_2$、$Y_3$、$Y_4$、$Y_5$、$Y_6$)與花穗若蟲數($X_1$、$X_2$、$X_3$、$X_4$、$X_5$、$X_6$)，得其相關方程式如表4，顯示在三種不同品種檬果園內利用黃色粘片所誘集之褐葉蟬及綠葉蟬與植株上之各若蟲

表4. 檬果園內黃色粘片誘集葉蟬成蟲數與植株上若蟲數關係

**Table 4.** Relationship between the number of adult mango leafhoppers caught by yellow sticky traps and the number of nymphs on mango plants

| Mango Variety | Relationship equations[z] | |
|---|---|---|
| | M B L[y] | G L[x] |
| Irwin | $Y_1$=13.94+0.79$X_1$ ($r^2$=0.9067) | $Y_2$=25.96+0.27$X_2$ ($r^2$=0.6541) |
| Haden | $Y_3$=22.19+0.93$X_3$ ($r^2$=0.7963) | $Y_4$=10.36+0.51$X_4$ ($r^2$=0.7767) |
| Local | $Y_5$=9.59+0.88$X_5$ ($r^2$=0.5841) | $Y_6$=15.36+0.70$X_6$ ($r^2$=0.9435) |

[z] $X_i$ = No. of larvae per flower.

$Y_i$ = No. of adults per trap.

[y] MBL ： Mango brown leafhopper.

[x] GL ： Green leafhopper.

數，經直線迴歸分析，均呈正相關，其中在愛文品種檬果園所誘集褐葉蟬成蟲數與花穗上若蟲數，呈顯著正相關，其相關方程式爲 $Y_1$=13.94 ＋ 0.79 ，($r^2$=0.9067)，而在本地種檬果園所誘集綠葉蟬成蟲數亦與花穗上若蟲數，呈顯著正相關係，其相關方程式爲 $Y_6$=15.36+0.70 $X_6$ ，($r^2$=0.9435)。由以上分析結果顯示在愛文及本地種檬果園內，可利用黃色粘紙分別誘集褐葉蟬及綠葉蟬，作爲檬果葉蟬之發生指標或族群消長調查。

**三、防治試驗**

(一)室內毒殺試驗

1.綠葉蟬：將檬果花穗浸漬各藥液處理後，分別接以成蟲及若蟲，觀察其死亡情形，試驗結果如表5 。成蟲於處理後60小時調查時，僅cyhalothrin處理之死亡率 91% 最高， buprofezin之85.4%次之， bendiocarb之82.3% 再次之，處理後第72小時調查時，除carbaryl外，其他處理殺蟲率均達100% 。若蟲部份至第48小時調查時，各處理死亡率均達100% 。

2.褐葉蟬：與綠葉蟬相同之處理結果如表5 。成蟲以cyhalothrin 、 carbaryl及flucythrinate最好，處理後第48小時死亡率均達100% ，其次爲alphamethrin ，處理後第60小時死亡率亦達100% 。若蟲對藥劑較敏感，在處理後第36小時之死亡率即達100% 者有alphamethrin 、 cyhalothrin 、 carbaryl及flucythrinate ，於處理後第48小時，各處理死亡率均達100% 。

(二) 田間防治試驗

1.綠葉蟬：於檬果上利用6種殺蟲劑對綠葉蟬若蟲及成蟲之防治試驗，結果如表6所示，對若蟲以25% buprofezin WP防治效果最佳，經二次施藥後，於處理後第7 、 14及21日之防治率分別爲81.1 、 90.2及78.3% ；其次爲3% alphamethrin EC ，防治率分別爲78.5 、 85.4及71.2% ； 2.8% cyhalothrin EC再居次，防治率分別爲72.8 、 88.9及81.2% 。對成蟲則以2.8% cyhalothrin EC 防治效果最佳，經二次施藥後，於處理後其第7 、 14及21日之防治率分別爲82.2 、 65.1及75.8% ；其次爲5% bendiocarb WP ，防治率分別爲75.9 、 66.1及77.3% 。綜合成蟲與若蟲試驗結果，以2.8 cyhalothrin EC 防治此綠葉蟬效果最好。

2.褐葉蟬：於褐葉蟬之田間防治試驗結果，如表6所示，對若蟲以3% alphamethrin EC防治效果最佳，施藥後第7 、 14及21天之防治率分別爲77.6 、 80.5及72.3% ， 5% flucythrinate L次之，防

表5. 六種防治檬果葉蟬殺蟲劑處理檬果綠葉蟬與褐葉蟬成蟲及若蟲之死亡率

**Table 5.** Mortality of adult and larvae of *I. clypealis* and *I. niveosparsus* after insecticidal treatment

| Insecticides (ppm[Z]) | Leafhopper | % Mortality after treatment[W] | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Adult | | | | | | Larvae | | | |
| | | 12hr | 24hr | 36hr | 48hr | 60hr | 72hr | 12hr | 24hr | 36hr | 48hr |
| Bendiocarb | GL[Y] | 8.5 | 27.8 | 65.8 | 75.8 | 82.3 | 100 | 38.7 | 63.3 | 91.3 | 100 |
| (330) | MBL[X] | 25.8 | 56.9 | 84.2 | 95.3 | 98.2 | 100 | 40.5 | 76.5 | 98.6 | 100 |
| Alphamethrin | GL | 10.3 | 29.8 | 53.5 | 58.5 | 71.3 | 100 | 35.3 | 66.2 | 90.2 | 100 |
| (30) | MBL | 22.9 | 59.4 | 68.9 | 88.3 | 100 | 100 | 57.7 | 86.5 | 100 | 100 |
| Cyhalothrin | GL | 15.8 | 48.3 | 87.0 | 89.3 | 91.0 | 100 | 46.2 | 85.8 | 98.4 | 100 |
| (7) | MBL | 35.8 | 69.3 | 95.4 | 100 | 100 | 100 | 57.9 | 83.1 | 100 | 100 |
| Carbaryl | GL | 10.2 | 27.5 | 47.0 | 57.3 | 71.2 | 95.5 | 37.5 | 62.5 | 86.5 | 100 |
| (500) | MBL | 40.2 | 77.3 | 97.2 | 100 | 100 | 100 | 58.3 | 82.9 | 100 | 100 |
| Flucythrinate | GL | 19.0 | 35.8 | 51.2 | 59.5 | 76.8 | 100 | 33.5 | 74.3 | 97.8 | 100 |
| (30) | MBL | 43.8 | 84.0 | 93.8 | 100 | 100 | 100 | 60.5 | 94.3 | 100 | 100 |
| Buprofezin | GL | 13.8 | 36.0 | 55.1 | 71.3 | 85.4 | 100 | 36.5 | 79.0 | 94.5 | 100 |
| (330) | MBL | 38.6 | 50.2 | 85.4 | 91.3 | 99.8 | 100 | 32.6 | 53.5 | 96.2 | 100 |

[W] Mortality was corrected by Abbott's formula.

[Z] Recommended concentration.

[Y] GL ： Green leafhopper.

[X] MBL ： Mango leafhopper.

表6. 檬果綠葉蟬與褐葉蟬田間藥劑防治試驗

**Table 6.** Field evaluation of chemical control of *I. clypealis* and *I. niveosparsus* on mango

| Treatment | | | % Control[W] or DAT[Z] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Larvae (GL)[Y] | | | Adult (GL) | | | Larvae (MBL)[X] | | | Adult (MBL) | | |
| | | | 7 | 14 | 21 | 7 | 14 | 21 | 7 | 14 | 21 | 7 | 14 | 21 |
| 50% | Bendiocarb WP | 1,500X | 65.1ab | 78.9a | 80.8bc | 75.9b | 66.1b | 77.3bc | 70.3a | 73.2a | 62.5b | 60.3a | 62.4ab | 54.3a |
| 3% | Alphamethrin EC | 1,000X | 78.5bc | 85.4b | 71.2a | 71.0b | 64.7ab | 63.5a | 77.6ab | 80.5b | 72.3c | 72.4b | 64.4b | 66.7c |
| 2.8% | Cyhalothrin EC | 4,000X | 72.8b | 88.9a | 81.2bc | 82.2c | 65.1b | 75.8b | 68.5a | 67.9a | 51.4a | 62.2a | 55.7a | 53.5a |
| 85% | Carbaryl WP | 1,700X | 73.4b | 84.8ab | 82.1c | 79.3bc | 62.6ab | 58.5a | 76.5ab | 74.2ab | 64.3b | 79.6c | 62.6ab | 58.5ab |
| 5% | Flucythrinate L | 1,500X | 62.9a | 82.7ab | 68.8a | 70.2b | 58.3a | 73.2ab | 82.5b | 78.3b | 69.4bc | 73.5b | 78.4c | 63.2b |
| 25% | Buprofezin WP | 750X | 81.1c | 90.2c | 78.3b | 36.2a | 67.1b | 84.5c | 71.3a | 70.4a | 68.6bc | 66.8ab | 58.4a | 62.9b |
| | C.K. | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

[W] Values in a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

[Z] DAT ： Days after treatment.

[Y] GL ： Green leafhopper.

[X] MBL ： Mango brown leafhopper.

治率分別為82.5、78.3及69.4%。對成蟲以5% flucythrinate L之防治效果最好，防治率於處理後7、14及21天分別為73.5、78.4及63.2%；其次為3% alphamethrin EC，防治率分別為72.4、64.4及66.7%，再次為85% carbaryl WP，防治率分別為79.6、62.6及58.5%。綜合成蟲與若蟲防治試驗結果，以5% flucythrinate L防治效果最好，3% alphamethrin EC次之。

經室內毒殺試驗及田間防治試驗結果，証實二種葉蟬對農藥之感受性確有明顯差異，是故欲提高防治效果，勢必視該二種葉蟬在田間分布情形，謹慎選擇藥劑施用，如綠葉蟬族群較多時，宜選用毒

殺效果較好及田間防治率較高之2.8% cyhalothrin EC ，而當褐葉蟬族群較高時，則選用防治效果較好之5% flucythrinate L及 3% alphamethrin EC ，較能達到防治目的。

## 誌 謝

本研究試驗期間承鳳山分所張賢明先生提供部份試驗地調查，及洪瑞蘭、黃益美小姐及李明哲先生協助試驗，台大吳文哲教授提供文獻，謹誌一併謝忱。

## 引用文獻

1. 未具名。 1999。台灣農業年報。台灣省政府編印。 117頁。
2. 未具名。 1999。植物保護手冊。台灣省政府農林廳編印。 342~345頁。
3. 李錫山。 1988。檬果主要害蟲之生態與防治。中華昆蟲特刊第二號。果樹害蟲綜合防治研討會 71~79頁。
4. 陳文雄。 1972。檬果浮塵子之防治方法研究。台灣省台南區農業改良場編印。
5. 陳文雄、張松壽。 1972。檬果浮塵子之生態研究。台灣省台南區農業改良場編印。
6. 溫宏治。 1985。檬果害蟲。農業大軍訓練教材。農林廳編印。
7. 溫宏治。 1999。檬果害蟲之發生與防治。檬果綜合管理研討會專刊 87~96頁。台灣省農業藥物毒物試驗所編印。
8. 溫宏治、李錫山。 1978。檬果浮塵子之生態觀察及防治試驗。中華農業研究27(1)： 47~52 。
9. 蔡致謨。 1961。檬果害蟲之研究。植保會刊 3(3)： 113~116 。
10. Dalvi , C. S. , and R. B. Dumbre. 1994. Breeding and seasonal incidence of mango hoppers. Bull. Entomol. ( New Delhi ) 35 ： 1~10.
11. Hapitan, J. C. , and B. S. Custillo. 1976. Commercial mango production in the Philippines. pp. 22~28. Agrix publishing crop.
12. Hiremath , S. C. , and I. G. Hiremath. 1994. Studies on seasonal incidence and mature of damage of mango hoppers. Bull. Entomol. ( New Delhi ) 35 ： 78~83.
13. Kumar, D., C. S. Roy, S. S. Yazdani, S. F. Hameed. , and Z. R. Khan. 1985. Efficacy of some insecticides against hopper complex on mango (*Mangifera indica* Linn. ). Pesticides 19(11)： 42~43.
14. Palo, M. A. , and C. E. Carcia. 1935. Further studies on the control of leaf hopper and tip-borers on mango inflorescence. Philip. J. Agri. 6 ： 425.
15. Rajesh , V. N. , and S. P. Patil. 1995. Persistence of insecticides against mango hoppers. India. J. Entomol . 57(4)： 329~335.
16. Sohi , A. S. , and A. S. Sohi. 1990. Mango leafhoppers (Homoptera ： Cicadellidae) — A Review. J. Insect. Sci. 3(1)： 1~12.
17. Verghese , A. , and G. S. P. Rao. 1985. Sequential sampling plan for mango leafhopper, *Idioscopus clypealis* Lethierry. Entomol. 10(4)： 285~290.

# Field Distribution and Chemical Control of Two Species of Leafhoppers on Mango in Taiwan[1]

Hung - Chich Wen [2]

## Summary

The field distribution and control of the two species of mango leafhopper , mango brown leafhopper ( *Idioscopus niveosparsus* Leth ) (MBL) and green leafhopper ( *I. clypealis* Leth)(GL) were studied. The ratios of field populations of MBL and GL on the varieties of Irwin 、 Jin-huang 、 Haden and Native mango were 1.04 ： 1 、 1.43 ： 1 、 0.99 ： 1 and 0.32 ： 1 , respectively. The population ratios of the two species (MBL ： GL) on Irwin and Native mango plants lower than 2m 、 2 to 3m and taller than 3m in height were 1.93 ： 1 、 1.04 ： 1 、 0.31 ： 1 and 0.61 ： 1 、 0.32 ： 1 、 0.18 ： 1 , respectively. These results indicated that GL prefers native mango and taller plants. However , the population of GL was more abundant than MBL when mango was mixed plantings with longan (*Diamocarpus longana* ). Six insecticides were evaluated for their effectiveness against the leafhoppers in the laboratory and field conditions. Results indicated that 5% flucythrinate L. and 3% alphamethrin EC were more effective against the mango brown leafhopper and 2.8% cyhalothrin EC provided a better control of the green leafhopper.

**Key words** ： mango, mango leafhopper, *Idioscopus niveosparsus*, *I. clypealis*, control.

---

1. Contribution No. 2025 from Taiwan Agricultural Research Institute , Council of Agriculture.

2. Entomologist and Head , Department of Management and Utilization , Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station , TARI , Fengshan , Kaohsiung Hsien , Taiwan , ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 68～87 (2000)

# 氣輔噴霧系統之模擬評估[1]

蔡致榮 梁連勝 陸龍虎[2]

**摘要**：氣輔噴霧乃目前最常被推薦以減低噴霧飄移之一種技術，儘管已有許多研究顯示氣輔噴霧具減低噴霧飄移之優點，然而仍少有關最適操作條件之資料，更無氣輔噴霧於不同風速、前進速度以及前進方向下影響噴霧飄移之資料，本研究以電腦流體動力模擬軟體FLUENT®與反應曲面之統計方法，基於與傳統噴霧相較之飄移減低效果而評估氣輔噴霧系統之最適操作參數，並研究氣輔噴霧系統於不同風速、前進速度以及行進方向對降低噴霧飄移之影響。本研究所得之主要結論，歸納說明如後：氣流與噴嘴間夾角之大小對於氣輔噴霧之霧粒飄移不具明顯趨勢之影響；輔助氣流慣常使用氣流速度20至30 m/s之情形，在順風作業時已有應可接受-50%至-80%之相對飄移指標，惟在逆風作業時卻只有-5%至-22%之相對飄移指標，應以適時提高氣流速度而改善之；「區域相對風速愈大，飄移潛勢愈大」可完全解釋順、逆風作業，不同模擬風速與噴霧行進速度下相對飄移指數之變化情形。本研究所得之模擬成果除可提供氣輔噴霧實際操作所需之參考資料，更可使氣輔噴霧之本土化新技術發揮最佳之本能功效。

**關鍵詞**：氣輔噴霧、評估、模擬。

## 前　言

隨著環保意識之高漲，社會大眾對農藥使用日趨重視，消費者甚至熱衷於購買標榜無農藥殘毒之有機農產品。然而，爲達合理之經濟回收，農民將繼續使用農藥。儘管其他控制害蟲、疾病與雜草之替代方法將繼續被加以研發，農藥施用仍將是病蟲害防治之最有效工具。但是爲迎合大眾輿論並兼顧環境與農產業之折衷利益，農藥施用必須被視爲一項有價值之策略，且只於需要時才被使用，如此才能減少農藥施用之次數與數量。噴霧飄移(spray drift)乃農藥施用上最受注意之問題，其爲農產業所不欲見，除牽涉相關作業人員安全與健康之嚴重風險外，且有害於自然環境，因此，尋求降低噴霧飄移損失之方法相當重要。

氣輔噴霧(air-assisted spraying)乃目前最常被推薦以降低噴霧飄移之一種技術，據農漁牧產業自動化八十一年度人才培育計畫有關自動化病蟲害防治技術之研習報告(1)指出，一般而言，氣輔噴霧具有下述之優點：（一）可充份控制氣流以配合作物與施行噴藥之狀況（二）由於氣流之導引可增加霧粒穿透作物叢之效果（三）由於氣流之翻攪可提高葉背藥液附著度（四）降低施藥作業對天氣之依賴，因不易受風影響而提高田間工作效率達100~150%（五）可減少霧粒飄移達50~90%（六）較具有減低農藥使用量之可能性。由於該技術具有上述諸多特點，張氏等首度倡議引進該施藥設備與技術，隨後

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2026號。
2. 本所農業工程系副研究員、研究員兼系主任及助理研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

經農業自動化計畫「自動化施藥機械之引進與改良」，引進曳引機承載式氣流輔助噴霧器進行試用與推廣評估，並已由本所參考原設備於八十六年研發完成適合本省田間條件之小機型自走氣輔桿式施藥機，審度該技術之引進與本土化過程可謂進展迅速，唯對於該技術最適使用之理論探討目前仍付之闕如，為求精進該項新技術並使其真正植根國內，在國內有能力產製氣輔噴霧機之後，更應精益求精著手進行該技術更深一層之基礎理論研究。

本研究之目的旨在以電腦流體動力模擬軟體FLUENT®[6]與反應曲面之統計方法模擬評估氣輔噴霧系統與傳統噴霧相較之最適操作參數，並研究氣輔噴霧系統於不同風速、前進速度以及行進方向對降低噴霧飄移指標之影響，以提供氣輔噴霧實際操作所需之理論依據，冀使本土化氣輔噴霧技術能發揮最佳之本能功效。

## 文獻探討

### 一、氣輔噴霧

根據Hislop氏[8]所言，氣輔噴霧早在一百多年前於法國被開發出來供葡萄園噴藥作業使用。概念上而言，氣輔噴霧系統乃特殊設計之噴霧機，除具有傳統之霧化單元外，還有氣流供應單元可供輸氣流以攜帶並分散由霧化器所形成之霧粒。霧化單元必需製造充份且必需之壓力以供施噴農藥之霧化與形成霧粒；而氣流供應單元則由軸流風扇、氣囊與其他承接組件組成，係設計以產生均勻且穩定之氣流。當霧粒撞上向下流動之氣流，所需之噴霧樣式於是在噴桿下方形成，氣流隨後捕捉並遞送霧粒至作物株叢中。目前最常見的氣輔噴霧系統像Hardi Twin System，霧化器係在氣流外面，且以特定角度指向氣流中，從霧化器壓射出來的霧粒係在作物株叢上方特定位置與氣流交接，此種方式氣流與霧化器可獨立加以調節而得不同之操作組合，本研究係針對此類氣輔噴霧而進行相關探討。

氣輔噴霧之霧粒由於係由氣流捕捉與運送較不受風之影響，因此，氣輔噴霧系統可大幅地減低噴霧飄移[17,18,21,26]。此外，Taylor與Andersen氏[21]指出使用扁平扇形噴嘴於Hardi Twin System並傾斜氣幕向前可降低飄移達60%。當無氣流輔助時，增加噴藥前進速度噴霧飄移因之增加，但當有氣流輔助時就特定噴嘴而言，噴霧飄移被維持於幾近固定之數量。但是Young氏[26]於肯定氣流輔助具降低噴霧飄移功效之餘，也指出氣幕的功效隨著霧粒大小之增加而減低。

Watson與Wolff氏[23]試驗指出，對於玉米與大豆而言，噴藥採用氣流輔助可改善對整體植物之附著與附著均勻性，尤其對於上方植物與葉背表面之附著顯著增加。相同地，Manor氏等人[13]使用氣輔噴霧機達成棉花株叢底部較佳之穿透效果、較多噴霧於葉背表面，以及顯然比葉背較佳之噴霧附著於葉表。對於氣輔噴霧增加噴霧附著之正面效果，Womac氏等人[25]以及Howard氏等人[11]也有類似報告。

氣輔噴霧之相關研究較少牽涉生物性效能(biological efficacy)，Derksen氏[5]指出低施藥率之氣輔施噴技術相較於傳統高施藥率散噴作業(broadcast sprayer applications)可減少鮮食甘藍菜之農藥使用；而Grinstein氏等人[7]指出氣輔噴霧大約可降低種球洋蔥花梗上葉斑疾病(leaf spot disease)嚴重程度之75%，與傳統噴霧相較大約減低30%，可謂效果卓著。

儘管大部份之試驗顯示氣輔噴霧可減低噴霧飄移，但是某些研究也有不同的結果。Cooke氏等人[4]比較使用液壓噴嘴之噴霧機與Degania氣輔噴霧機於田間作物之噴霧飄移，儘管有較佳之霧粒分佈均勻度與相當之霧粒附著等效果，但氣輔噴霧機卻比液壓噴霧機產生較多之飄移。他們歸結指出除非像氣流速度與於目標作物上方噴霧釋放高度等之操作參數被加以最適化，否則噴霧飄移可能因之加劇。Hislop氏等人[9]也報告氣流輔助實質地減低風洞中風速為4 m/s之噴霧飄移，但是於風速為1與2 m/s下與行進方向成前向或後向45度之氣流輔助卻顯著地增加少量之噴霧飄移。Howard與Mulrooney氏[12]更

指出在空地情況下氣輔噴霧機相較於傳統行列噴霧機(row sprayer)有較高遠離目標區之飄移潛勢，尤其當較低施藥率與較高氣流速度被使用時爲最。

爲善用氣輔噴霧之正面優點，某些研究人員也研究氣流之最適化設定，Panneton氏等人[15]基於某氣輔噴霧之研究而欲釐清氣流速度、氣流流量與氣流方向對葉面附著之影響，其中各獨立變數之範圍如下：氣流速度，0至36 m/s；氣流流量，0至1.3 $m^3/s/m$；而氣流角度，-10.2至40.2度。他們指出氣流速度對葉面附著有最大之影響，而較高之氣流速度與氣流流量相對地增加葉面附著，該研究所提出之最佳噴霧狀況乃使用氣流速度高於25 m/s，氣流流量大於0.9 $m^3/s/m$。而基於提供花椰菜(broccoli)與馬鈴薯所有葉背充分防護所得最適化噴藥狀況平均爲：氣流流量0.94 $m^3/s/m$，氣流速度31 m/s以及氣流角度22度。因爲此最適化操作參數之數值係位於所觀測範圍之邊緣，他們建議未來之研究應擴大研究之範圍以決定所得之數值是否代表眞正之最佳點。類似地，Ringel與Anderson氏(引用Pompe與Holterman氏[16]之報告)使用Hardi Twin System噴霧機，研究氣流釋放角度(往前20度、垂直向下以及往後30度)與氣流速度(0、16與28 m/s)對飄移至空氣中與地面上以及霧粒沉積於冬麥上之影響，他們發現當氣流在最高速度（28 m/s）被以前向20度釋放時飄移至空氣中與地面上的量可最有效地減低，此與Taylor與Andersen氏[21]與May氏[14]之研究結果「後向傾斜之氣輔噴桿導致比垂直向下氣輔噴桿較多之噴霧飄移」相吻合。

**二、噴霧飄移之電腦模擬**

由於電腦科技精進，目前噴霧霧粒運動之電腦流體動力模擬相當進步，某些應用已顯現令人鼓舞之結果。Reichard氏等人[19]首次以試驗驗証FLUENT® 模擬風洞中噴霧飄移之準確性，他們發現由此軟體預測之飄移距離與由風洞試驗所獲得者相當吻合。更進一步決定各種變數對噴霧飄移距離之影響也由Reichard氏等人[20]推動，而Zhu等人[27]擴大模擬參數使達200 m之範圍以決定田間噴藥機之飄移距離。

使用基於二維度Random-Walk模式之電腦模擬，Hobson氏等人[10]就承裝於噴桿之液壓噴嘴，對不同範圍之氣象與作物狀況研究噴嘴大小、角度以及操作壓力對噴霧飄移之影響。Weiner與Parkin氏[24]使用FLUENT® 以模擬來自車輛承載式微霧噴霧機之氣流，他們也預測霧粒之散佈但是並未加以驗証。Walklate氏等人[22]使用同樣軟體以研究氣輔噴霧機於不同作物結構下氣流與霧粒傳輸之特性，他們指出儘管是相同大小之霧粒，但穿透進入植物之程度可能因噴嘴位置差異而大幅改變。尤其，當噴霧源位於主氣流前方時，霧粒會被迫向上移動而翻越噴桿。儘管孔隙介質(porous media)模式被併入以模擬作物叢間流(crop canopy flows)，並製作對應之速度向量，然而其所發表作物叢內霧粒之運動軌跡並不具太高價值，因爲此種模擬中作物對噴霧霧粒之過濾作用並未被眞實地反應出來。

使用相同電腦流體動力模擬軟體FLUENT®，蔡氏與Ozkan氏[3]藉由比較飄移減低效果而進行氣流屏蔽式噴藥系統之設計評估，指出除了氣輔噴霧與擬氣流剪切噴霧外，具氣流速度大於40 m/s、氣流流量大於1.7 $m^3/s/m$，以及氣流角度爲15度之氣流屏蔽噴霧頗有希望成爲減低噴霧飄移之另類技術。蔡氏與Ozkan氏[2]使用同一軟體也模擬雙弧形薄板屏蔽，以研究行進中屏蔽於不同行進速度與行進方向對降低飄移之影響，其更進一步比較三維度氣流中機械式屏蔽與氣流式屏蔽行進中之屏蔽效果。

## 材料與方法

當氣輔噴霧被使用以涵括並傳送霧粒使免飄移時，氣流之速度、流量、角度、高度、壓力與初始紊流強度，以及噴嘴角度等對氣流輔助之性能扮演極重要之角色。然而，現有之資料卻極少可用以指定減低飄移所需之氣流速度與氣流流量。一般而言，低速與低流量之氣流可能不足以導引小霧粒向下

而降低飄移，相反地，高速與高流量之氣流可能導致霧粒被從地面或植物株叢反射而來之氣流往上攜帶。本研究中氣輔效果分兩階段加以評估，第一階段主要係針對本所現有氣輔噴霧機輔助氣流開口寬度1.5cm時氣流速度(V)、氣囊與噴嘴組角度(A)以及氣流與噴嘴間夾角(B)三因子(詳見圖1)作最適操作值之探討。為便於相對比較，僅使用噴嘴之傳統向下噴霧逆風作業也包括於此模擬研究中當比較基準，其模擬所用之風速為4m/s，而噴霧車之行進速度為0.9m/s。為以最少模擬組合有效獲得各模擬參數對降低飄移之影響，藉由使用中心複合設計(central composite design)之三因子反應曲面法設計所需之模擬狀況。

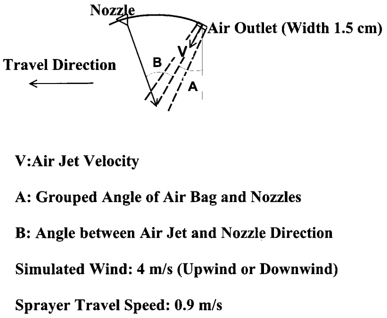



**圖1.** 氣輔噴霧最適操作模擬探討之參數。

**Fig. 1.** Operating parameters of the simulated air-assisted spraying.

依據中心複合設計(詳見圖2)每一因子必需有五位準以滿足此設計之要求，其標準化之碼值(coded values)分別為-1.682、-1、0、1與1.682，其對應之氣流速度值為4.77、15、30、45與55.23 m/s；對應之氣囊與噴嘴組角度值為-33.64、-20、0、20與33.64度，此處0度係指氣囊與噴嘴組垂直向下；而對應之氣流與噴嘴間角值為0、10.14、25、35.14與42.06度，此處0度係指氣流與噴嘴同方向；此中心複合設計標準化碼值之三維度原點係具氣流速度30 m/s、氣囊與噴嘴組垂直向下以及氣流與噴嘴間角為25度。此階段之資料分析係使用逐步回歸(stepwise regression)程序以選取最佳配湊二階

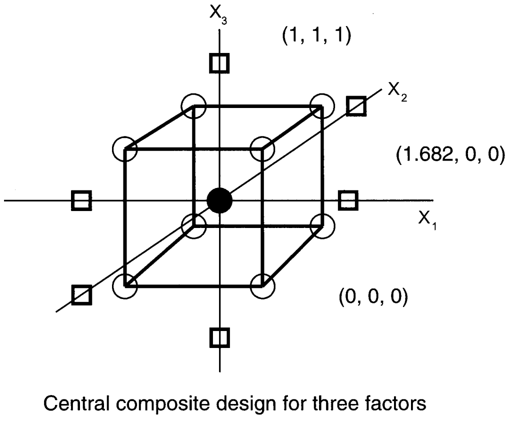
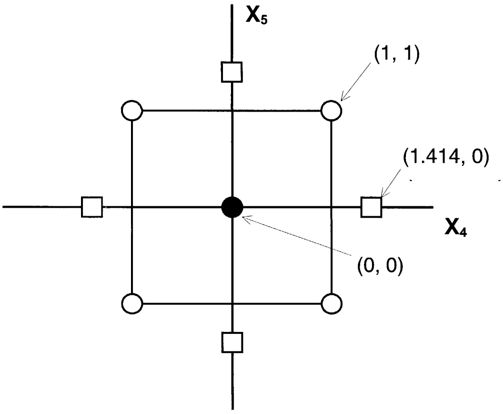



**圖2.** 三因子反應曲面法中央複合設計之變數領域。

**Fig. 2.** Three factor domain of the central composite design for response surface methods.

多項反應曲面方程式，隨後將依據此反應曲面方程式決定三探討因子之最適值。

氣輔效果之第二階段評估，主要係依據第一階段評估所獲具減低噴霧飄移之最適氣流速度、氣囊與噴嘴組角度以及氣流與噴嘴間角，進而探討氣輔噴霧於不同風速與噴霧行進速度下之相對飄移指標，類似第一階段評估中心複合設計之二因子反應曲面法(詳見圖3)被使用以設計所需之模擬狀況，其每一因子之五位準標準化碼值分別爲-1.414、-1、0、1與1.414，對應之風速值爲1.17、2、4、6與6.83 m/s，而對應之噴霧行進速度爲0.48、0.6、0.9、1.2與1.32 m/s；此中心複合設計標準化碼值之二維度原點係風速4 m/s與噴霧行進速度0.9 m/s。此階段之資料分析係使用多重回歸程序以配湊二階多項反應曲面方程式，並分析二探討因子之影響。




Central composite design for two factors

**圖3.** 二因子反應曲面法中央複合設計之變數領域。

**Fig. 3.** Two factor domain of the central composite design for response surface methods.

圖4顯示供氣輔噴霧操作參數評估之模擬領域，氣輔噴霧之氣流出口位於模擬風下風處1 m高度65 cm處，而模擬之噴嘴則位於以氣流出口順氣流下方25 cm處爲圓心具25 cm半徑之弧線上，其位置隨所模擬之氣流與噴嘴間夾角而定。模擬所用標準比較之噴嘴資料係以由Malvern雷射粒徑分析儀所獲得TeeJet XR 8002噴嘴之霧粒特性，按Rosin-Rammler粒徑與霧粒質量分佈[6]而得之下述公式：

$$M_d = e^{-\left(\frac{d}{179.5}\right)^{1.64}} \quad \text{.......(1)}$$

此處$M_d$代表所有霧粒粒徑大於某特定粒徑d之質量比率(以小數表示)，而d代表霧粒粒徑(以μm表示)。爲著重於TeeJet XR8002噴嘴所產生霧粒之主要粒徑範圍，本研究中所有模擬只考慮粒徑從50至600 μm，而且爲模擬方便只有200個霧粒被釋放並加以分析，其粒徑分佈按下述之線性公式決定之。

$$d_I = d_{\min} + \frac{d_{\max} - d_{\min}}{N - 1}(I - 1) \quad \text{.......(2)}$$

此處$d_I$代表第I個霧粒之粒徑(μm)，$d_{\min}$乃最小之霧粒粒徑(50 μm)，$d_{\max}$乃最大之霧粒粒徑(600 μm)，N代表模擬之總霧粒數(200)，I係代表每一霧粒之指數，從1至N。模擬所釋放之200個霧粒可能沉積附著於地上或從位於噴嘴下風3 m處之出口而逃逸出模擬區域，本研究按Young氏之定義稱

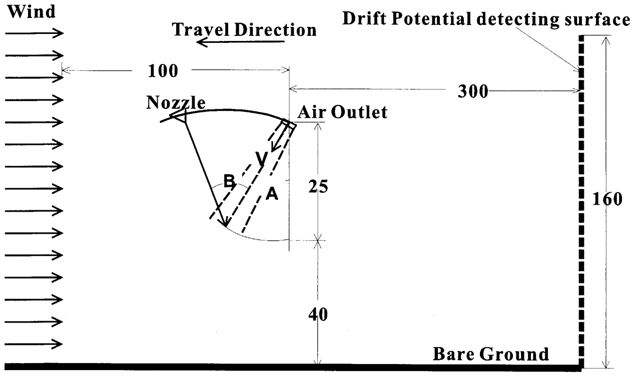



**圖** 4. 氣輔噴霧操作參數評估之模擬領域。

**Fig. 4.** The simulation domain of the air-assisted spraying.

此逃出模擬區域之部份霧粒爲飄移潛勢，並取其佔所釋放霧粒質量之百分比率爲飄移率，而分析與討論時則使用相對飄移指標，其係以百分率表示各模擬組合相對於傳統向下噴霧逆風作業之飄移率比較，亦即飄移率增加(正值)或減少(負值)之比率。

## 結果與討論

### 一、第一階段

第一階段模擬狀況與結果整理列於表 1，雖然模擬結果也包含霧粒在地面沉積率與霧粒於氣流壁附著率，但因霧粒在地面沉積率係與霧粒飄移率具相依關係，且氣輔噴霧時氣流壁霧粒附著並不重要，故未加以併入。此階段分析將對應氣流速度、氣囊與噴嘴組角度與氣流與噴嘴間夾角之標準化變數當作主變數，而以各種不同情況下之相對飄移指標當反應變數，亦即

$$RDI = f(X_1, X_2, X_3) \quad \text{.......(3)}$$

此處 RDI 係相對飄移指標(%)，$X_1$、$X_2$與$X_3$係對應氣流速度、氣囊噴嘴組角度與氣流與噴嘴間夾角之標準化變數。此階段資料經使用逐步回歸程序，分別就逆風與順風作業選得最佳配湊二階多項之反應曲面方程式如下：

逆風作業：

$$RDI = -12.625783 - 20.949593X_1 - 16.976472X_2 - 11.468695X_1^2 + 7.506083X_2^2 - 14.79075X_1X_2;$$
$$R^2 = 0.8955 \quad \text{.......(4)}$$

順風作業：

$$RDI = -77.417767 - 34.063463X_1 - 12.148539X_2 + 8.462326X_1^2 + 28.120355X_2^2;$$
$$R^2 = 0.9753 \quad \text{.......(5)}$$

由方程式(4)與(5)可知，雖然逆風作業比順風作業有較差之判定係數，但都有不錯之解釋能力，值得注意的是此兩方程式都不包含對應氣流與噴嘴間夾角之標準化變數$X_3$，此意謂著$X_3$對相對飄移指標並無任何影響，亦即氣流與噴嘴間夾角之大小對於氣輔噴霧之霧粒飄移不具明顯趨勢之影響，此由圖

表1. 第一階段[z]模擬狀況與結果

**Table 1.** Simulation conditions and results for the first stage

| 模擬組合 | 氣流速度V(m/s) | 氣囊與噴嘴組角度A(度) | 氣流與噴嘴間夾角B(度) | 飄移率(%) | 相對飄移指數(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 逆風噴霧作業 | | |
| 0 | 僅使用噴嘴之傳統向下噴霧，係相對比較用 | | | 65.770 | 0.00 |
| 1 | 15 (-1)[y] | -20 (-1) | 10.14 (-1) | 66.762 | 1.51 |
| 2 | 15 (-1) | -20 (-1) | 35.14 (1) | 76.120 | 15.74 |
| 3 | 15 (-1) | 20 (1) | 10.14 (-1) | 63.793 | -3.01 |
| 4 | 15 (-1) | 20 (1) | 35.14 (1) | 62.903 | -4.36 |
| 5 | 45 (1) | -20 (-1) | 10.14 (-1) | 67.043 | 1.94 |
| 6 | 45 (1) | -20 (-1) | 35.14 (1) | 75.149 | 14.26 |
| 7 | 45 (1) | 20 (1) | 10.14 (-1) | 27.692 | -57.90 |
| 8 | 45 (1) | 20 (1) | 35.14 (1) | 20.492 | -68.84 |
| 9 | 4.77 (-1.682) | 0 (0) | 25 (0) | 64.806 | -1.47 |
| 10 | 55.23 (1.682) | 0 (0) | 25 (0) | 0 | -100.00 |
| 11 | 30 (0) | -33.64 (-1.682) | 25 (0) | 80.280 | 22.06 |
| 12 | 30 (0) | 33.64 (1.682) | 25 (0) | 55.134 | -16.17 |
| 13 | 30 (0) | 0 (0) | 0 (-1.682) | 47.399 | -27.93 |
| 14 | 30 (0) | 0 (0) | 42.06 (1.682) | 58.847 | -10.53 |
| 15 | 30 (0) | 0 (0) | 25 (0) | 57.885 | -11.99 |
| | | | 順風噴霧作業 | | |
| 16 | 15 (-1) | -20 (-1) | 10.14 (-1) | 65.377 | -0.60 |
| 17 | 15 (-1) | -20 (-1) | 35.14 (1) | 75.836 | 15.30 |
| 18 | 15 (-1) | 20 (1) | 10.14 (-1) | 56.793 | -13.65 |
| 19 | 15 (-1) | 20 (1) | 35.14 (1) | 53.004 | -19.41 |
| 20 | 45 (1) | -20 (-1) | 10.14 (-1) | 21.710 | -66.99 |
| 21 | 45 (1) | -20 (-1) | 35.14 (1) | 25.348 | -61.46 |
| 22 | 45 (1) | 20 (1) | 10.14 (-1) | 2.330 | -96.46 |
| 23 | 45 (1) | 20 (1) | 35.14 (1) | 3.164 | -95.19 |
| 24 | 4.77 (-1.682) | 0 (0) | 25 (0) | 63.934 | -2.79 |
| 25 | 55.23 (1.682) | 0 (0) | 25 (0) | 0 | -100.00 |
| 26 | 30 (0) | -33.64 (-1.682) | 25 (0) | 79.294 | 20.56 |
| 27 | 30 (0) | 33.64 (1.682) | 25 (0) | 57.801 | -12.12 |
| 28 | 30 (0) | 0 (0) | 0 (-1.682) | 18.831 | -71.37 |
| 29 | 30 (0) | 0 (0) | 42.06 (1.682) | 11.970 | -81.80 |
| 30 | 30 (0) | 0 (0) | 25 (0) | 15.049 | -77.12 |

[z]相同之模擬狀況：模擬風速4 m/s，噴霧行進速度0.9 m/s，氣流出口寬度1.5 cm。

[y]括號內係對應之標準化碼值。

5所示第一階段各模擬組合不同氣流與噴嘴間夾角下相對飄移指標之散佈圖亦可窺見，不管逆風或順風作業其分佈都相當隨機而無明顯之趨勢變化，因此，實際應用上可選擇方便裝設之角度，本研究第二階段之分析氣流與噴嘴間夾角則採用慣常使用之30度角。

就逆風噴霧作業而言，模擬所得相對飄移指標之散佈與配湊之反應曲面示於圖6，符號▲代表不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下之相對飄移指數，而配湊之反應曲面則以網格表現，該圖除可顯示不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下相對飄移指數之散佈外，更可表現出配湊之反應曲面是否良好，

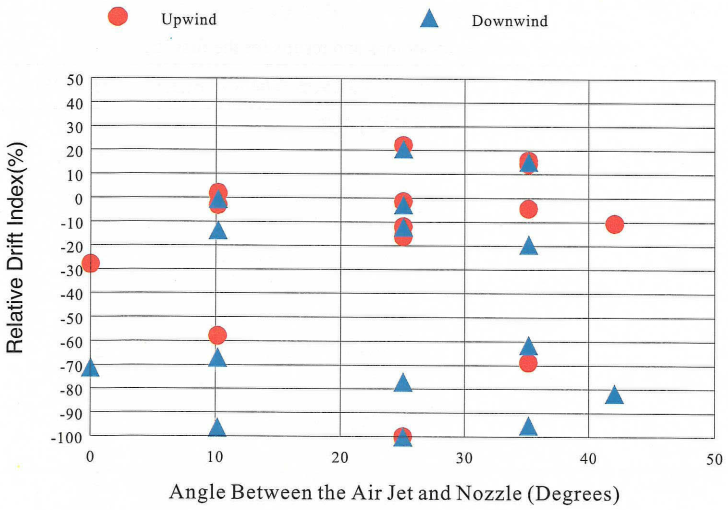



**圖5.** 第一階段各模擬組合不同氣流與噴嘴間夾角下相對飄移指標之散佈圖。

**Fig. 5.** The scatter plot of relative drift indexes for droplets released at different angles between the air jet and nozzle for the first stage simulation.

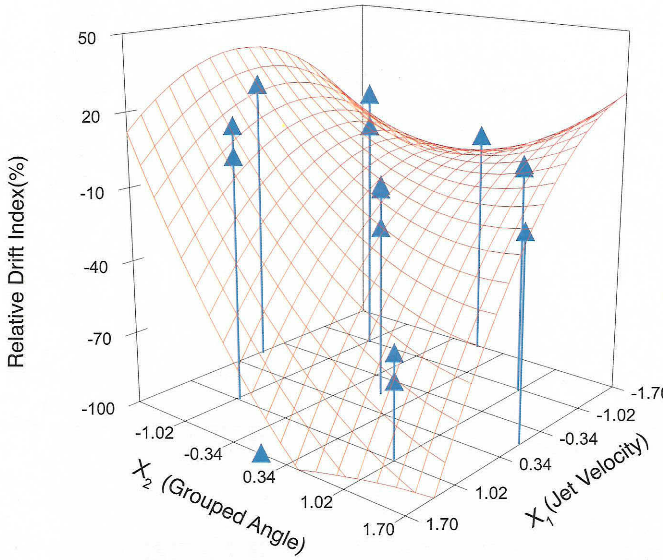



**圖6.** 逆風噴霧作業不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下相對飄移指數之散佈與反應曲面。

**Fig. 6.** The scatter and response surface of relative drift indexes for droplets released at various jet velocities and grouped angles of the air bag and nozzle for upwind spraying.

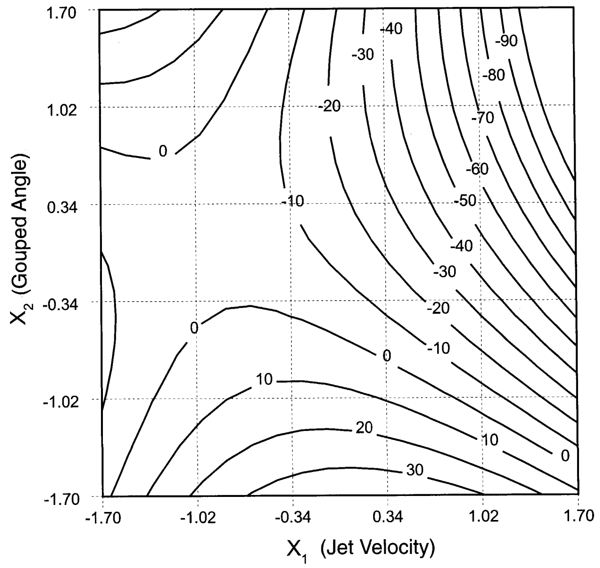



**圖7.** 逆風噴霧作業不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下相對飄移指數之等高線圖。

**Fig. 7.** Relative drift index contours for droplets released at various jet velocities and grouped angles of the air bag and nozzle for upwind spraying.

由圖中可概略看出較大氣流速度與較大氣囊與噴嘴組角度可有較佳噴霧飄移減低效果之趨勢。為仔細探討不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度對於相對飄移指數之影響，不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下，逆風作業相對飄移指數之等高線圖示於圖7中。圖7顯示在觀測範圍內有一下降山谷位於第一象限，有兩上升山峰分佈於第二與第三象限，因此，具較佳噴霧飄移減低效果之部份係位於第一象限之下降山谷部份，其趨勢為具較大氣流速度與較大氣囊與噴嘴組角度可有較佳噴霧飄移減低效果，惟於觀測範圍最大氣流速度及氣囊與噴嘴組角度時，具小於-100%以下之相對飄移指標，只表示迴歸分析之概念意涵，並不具實際物理意義。由具較佳噴霧飄移減低效果之下降山谷部份觀之，在逆風作業情況下，使用逆風之輔助氣流比順風之輔助氣流具有較佳之噴霧飄移減低效果，此結果與前人研究結果[14, 16, 21]相吻合。

為了解極值所在，反應曲面方程式(4)分別以 $X_1$ 與 $X_2$ 作微分處理，得極值所在平面之方程式如下：

$$0.98525X_1-X_2+1.130848=0 \quad \cdots\cdots (6)$$

$$1.55079X_1+X_2+1.416398=0 \quad \cdots\cdots (7)$$

其中與較佳噴霧飄移減低效果相關者乃方程式(6)，其倘繪於圖7之等高線圖中只是一斜率約等於1的直線，沿此線愈向觀測範圍外所使用氣囊與噴嘴組角度愈大，而對應之相對飄移指標愈小，因此，最佳之噴霧飄移減低效果勢必落在觀測範圍外，而觀測範圍邊緣極值線上相對飄移指標之最小值為-50.25%，其係對應氣流速度38.67 m/s及氣囊與噴嘴組角度為34度之情形。蔡氏等[3]就氣流屏蔽式施藥系統之設計評估曾指出，為善用高氣流流量，氣流屏蔽之氣流角度不應太大，基於同樣考量，本研究後續逆風噴霧使用之噴霧條件，捨觀測範圍外之極值而選用氣流速度45 m/s及氣囊與噴嘴組角度16度，其係對應 $X_1$=1、$X_2$=0.8與RDI= -65.65%之情況，且位於區域較佳噴霧飄移減低效果部份(極值

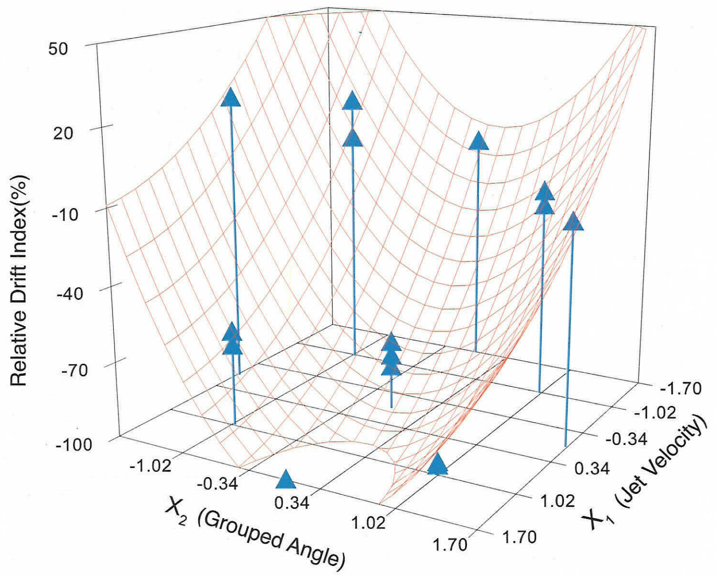



**圖 8.** 順風噴霧作業不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下相對飄移指數之散佈與反應曲面。

**Fig. 8.** The scatter and response surface of relative drift indexes for droplets released at various jet velocities and grouped angles of the air bag and nozzle for downwind spraying.

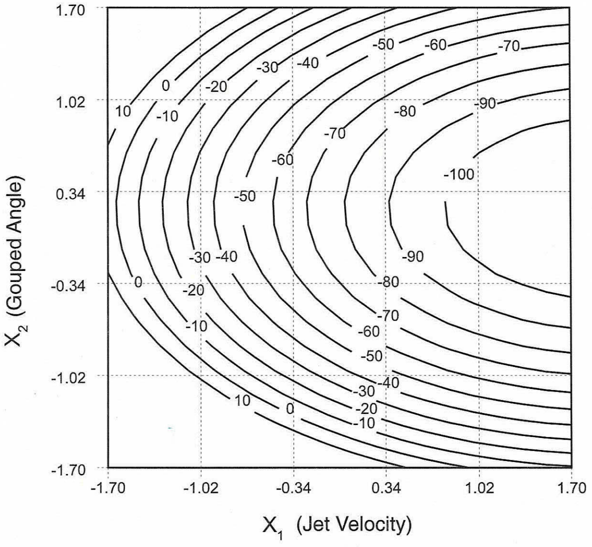



**圖 9.** 順風噴霧作業不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下相對飄移指數之等高線圖。

**Fig. 9.** Relative drift index contours for droplets released at various jet velocities and grouped angles of the air bag and nozzle for downwind spraying.

線下方具較小氣囊與噴嘴組角度側、逆風輔助氣流及較大相對飄移指標)之中央。

相同地，就順風噴霧作業而言，模擬所得相對飄移指標之散佈與配湊之反應曲面示於圖 8，由圖中可概略看出較大氣流速度可有較佳噴霧飄移減低效果之趨勢。而不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度

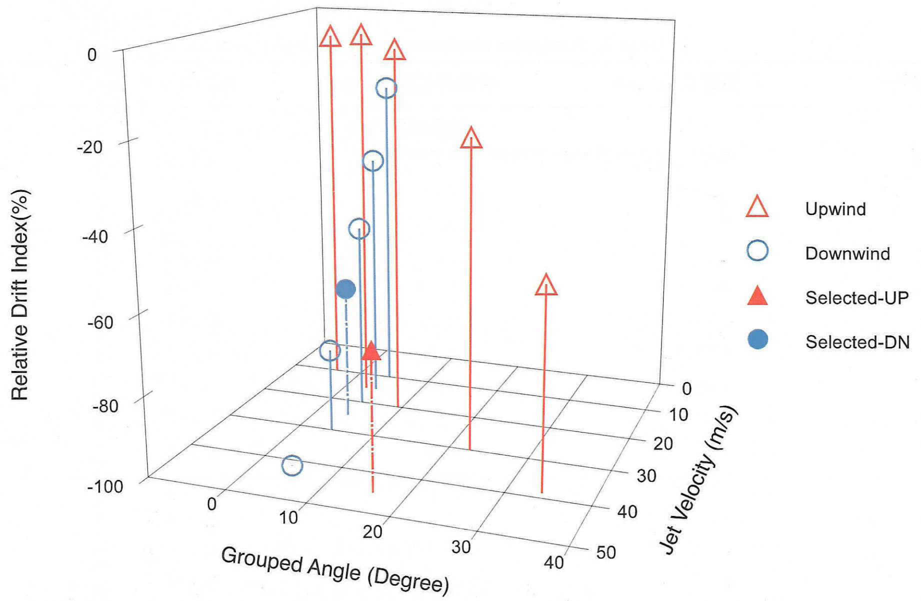



**圖 10.** 沿極值線上不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下相對飄移指數之變化。

**Fig. 10.** Change of some extremal relative drift indexes on response surface for droplets released at various jet velocities and grouped angles of the air bag and nozzle.

下，順風作業相對飄移指數之等高線則圖示於圖 9 中。圖 9 顯示觀測範圍內有一主要下降山谷，其趨勢爲具較大氣流速度可有較佳噴霧飄移減低效果，惟於谷底處相對飄移指標遠小於-100% 以下，類似逆風作業所述，其只表示迴歸分析之概念意涵，並不具實際物理意義。圖 9 亦顯示順風作業並無「使用逆風之輔助氣流比順風之輔助氣流具有較佳之噴霧飄移減低效果」之情形，惟使用逆風之輔助氣流比順風之輔助氣流佔有較大有利降低噴霧飄移之可能操縱範圍。

就反應曲面方程式(5)而求極值所在，可得極值所在平面之方程式如下：

$$X_1=2.01 \quad (8)$$

$$X_2=0.216 \quad (9)$$

符合方程式(8)與(9)所代表線與反應曲面之交點遠超出觀測範圍，因此，基於節省輔助氣流能量消耗之考量，較適值之選擇必具有氣囊與噴嘴組角度 4.3 度，且具比 X1=2.01 所代表 60.15 m/s 小之輔助氣流速度。經由計算可知，氣流速度 41.55 m/s 與氣囊與噴嘴組角度 4.3 度具有-99.94% 之相對飄移指標，而倘欲與本研究逆風作業所選較適操作條件具相同相對飄移指標(-65.65%)，則氣流速度爲 24.7 m/s，爲方便後續模擬與分析比較，順風作業操作條件之較適值選定爲氣流速度爲 24.7 m/s 及氣囊與噴嘴組角度 4.3 度。

爲提供一般噴藥作業參考，根據本研究第一階段模擬結果，特別繪出順逆風作業沿區域極值線上不同氣流速度及氣囊與噴嘴組角度下，相對飄移指標變化之情形如圖 10，其中△代表逆風作業情況下之相對飄移指標，○代表順風作業情況下之相對飄移指標，▲代表本研究第一階段選定逆風作業較適操作條件之相對飄移指標，●代表本研究第一階段選定順風作業較適操作條件之相對飄移指標，顯然地，順風作業時相對飄移指標隨著最受關切之氣流速度由 10 、 15 、 20 、 30 至大約 40 m/s ，而由-20%

表2. 第二階段模擬狀況與結果

**Table 2.** Simulation conditions and results for the second stage.

| 模擬組合 | 模擬風速(m/s) | 噴霧行進速度(m/s) | 飄移率(%) | 相對飄移指數(%) |
|---|---|---|---|---|
| | | 逆風噴霧作業 [z] | | |
| 0 | 僅使用噴嘴之傳統向下噴霧，係相對比較用 | | 65.770 | 0.00 |
| 31 | 2 (-1)[y] | 0.6 (-1) | 0 | -100.00 |
| 32 | 2 (-1) | 1.2 (1) | 0 | -100.00 |
| 33 | 6 (1) | 0.6 (-1) | 28.051 | -57.35 |
| 34 | 6 (1) | 1.2 (1) | 30.742 | -53.26 |
| 35 | 1.17 (-1.414) | 0.9 (0) | 49.217 | -25.17 |
| 36 | 6.83 (1.414) | 0.9 (0) | 44.897 | -31.74 |
| 37 | 4 (0) | 0.48 (-1.414) | 0 | -100.00 |
| 38 | 4 (0) | 1.32 (1.414) | 17.819 | -72.91 |
| 39 | 4 (0) | 0.9 (0) | 12.977 | -80.27 |
| | | 順風噴霧作業 [x] | | |
| 40 | 2 (-1) | 0.6 (-1) | 4.967 | -92.45 |
| 41 | 2 (-1) | 1.2 (1) | 0 | -100.00 |
| 42 | 6 (1) | 0.6 (-1) | 62.642 | -4.76 |
| 43 | 6 (1) | 1.2 (1) | 62.378 | -5.16 |
| 44 | 1.17 (-1.414) | 0.9 (0) | 5.650 | -91.41 |
| 45 | 6.83 (1.414) | 0.9 (0) | 62.853 | -4.44 |
| 46 | 4 (0) | 0.48 (-1.414) | 47.940 | -27.11 |
| 47 | 4 (0) | 1.32 (1.414) | 10.720 | -83.70 |
| 48 | 4 (0) | 0.9 (0) | 27.363 | -58.40 |

[z] 模擬狀況：氣流速度45 m/s，氣囊與噴嘴組角度16度，氣流與噴嘴間角30度，氣流出口寬度1.5 cm。

[y] 括號內係對應之標準化碼值。

[x] 模擬狀況：氣流速度24.7 m/s，氣囊與噴嘴組角度4.3度，氣流與噴嘴間角30度，氣流出口寬度1.5 cm。

遞減至-100%，可謂效果良好，然而，逆風作業時相對飄移指標隨著最受關切之氣流速度由10、15、20、30至大約40 m/s，卻僅由-5%遞減至-50%，由此可見逆風作業時即使可以提高輔助氣流速度而降低噴霧飄移，但其效果則遠不及順風作業時之效果。由此結果亦顯現，本研究模擬之氣輔噴霧機基於使用氣流出口寬度1.5 cm，在輔助氣流慣常使用氣流速度20至30 m/s之情形下，順風作業時已有應可接受-50%至-80%之相對飄移指標，惟在逆風作業時卻只有-5%至-22%之相對飄移指標，顯然逆風作業時使用如此氣流速度之飄移減低效果仍然不足，應以適時提高氣流速度而改善之。

## 二、第二階段

本研究第一階段評估具降低噴霧飄移之最適操作條件皆在觀測範圍外，為探討氣輔噴霧於不同風速與噴霧行進速度下噴霧飄移指標之變化，第一階段評估所獲具減低噴霧飄移之較適操作條件，逆風作業為氣流速度45 m/s，氣囊與噴嘴組角度16度及氣流與噴嘴間角30度，而順風作業為氣流速度24.7 m/s，氣囊與噴嘴組角度4.3度及氣流與噴嘴間角30度，被使用於第二階段之模擬，類似第一階段之作法，其模擬狀況與結果整理列於表2。此階段分析將對應模擬風速及噴霧行進速度之標準化變數當作主變數，而以各種不同情況下之相對飄移指標當反應變數，亦即

$$RDI = f(X_4, X_5) \quad \text{.......(10)}$$

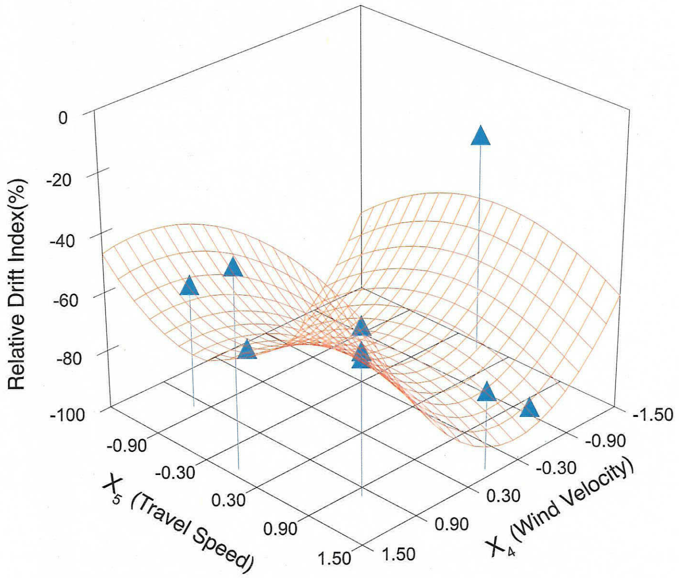



圖 11. 逆風噴霧作業不同模擬風速及噴霧行進速度下相對飄移指數之散佈與反應曲面。

**Fig. 11.** The scatter and response surface of relative drift indexes for droplets released at various wind velocities and travel speeds for upwind spraying.

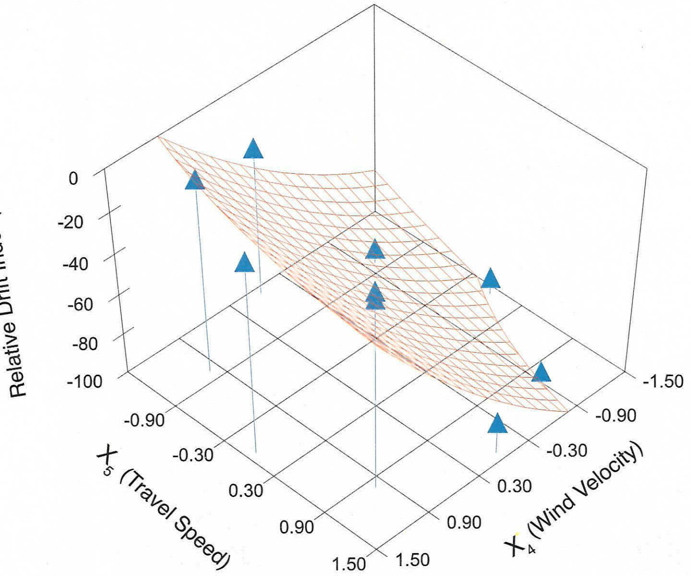



圖 12. 順風噴霧作業不同模擬風速及噴霧行進速度下相對飄移指數之散佈與反應曲面。

**Fig. 12.** The scatter and response surface of relative drift indexes for droplets released at various wind velocities and travel speeds for downwind spraying.

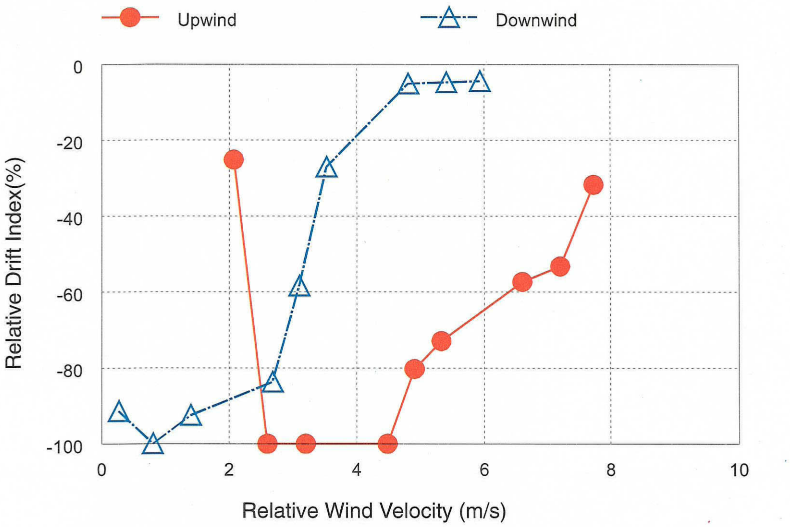



圖13. 第二階段模擬不同相對風速下順逆風作業相對飄移指標之變化情形。

**Fig. 13.** Change of relative drift indexes for droplets released at various relative wind velocities for the second stage simulation.

此處RDI係相對飄移指標(%)，$X_4$與$X_5$係對應模擬風速及噴霧行進速度之標準化變數。此階段之資料經使用多重回歸程序，分別就逆風與順風作業得二階多項反應曲面方程式如后。

逆風作業：

$$RDI = -80.267559 + 10.014015X_4 + 5.300208X_5 + 20.861482X_4^2 - 8.147278X_5^2 + 1.0225X_4X_5;$$
$$R^2 = 0.69178 \quad \ldots\ldots (11)$$

順風作業：

$$RDI = -58.400129 + 38.193965X_4 - 10.997693X_5 + 5.506844X_4^2 + 1.765714X_5^2 + 1.7875X_4X_5;$$
$$R^2 = 0.9216 \quad \ldots\ldots (12)$$

由方程式(11)與(12)之判定係數可知，順風作業之反應曲面方程式(12)具有不錯之解釋能力，惟逆風作業之反應曲面方程式(11)則因解釋能力不佳而無法用以作進一步之分析，此亦可由圖11與圖12有關逆、順風作業下模擬所得相對飄移指標之散佈與反應曲面配湊之情形而窺見，圖11中顯然可見對應模擬風速1.17 m/s ($X_4$= -1.414)與逆風噴霧行進速度0.9 m/s ($X_5$=0)之相對飄移指標-25.17%與所配湊之曲面差異甚大，實是迴歸模式解釋能力不佳之主因。據蔡氏等[2]於噴霧屏蔽行進中性能之模擬研究中指出，風速與噴霧行進速度間區域相對速度在控制行進中噴霧機之噴霧飄移上扮演重要角色，區域相對風速愈大，飄移潛勢愈大，因此，爲釐清模擬所得相對飄移指標與反應曲面無法有效配湊之原因，特將順、逆風作業下不同相對風速之相對飄移指標繪製如圖13所示。圖13清楚顯現逆風噴霧作業比順風噴霧作業承受較大之相對風速，且與蔡氏等所指「區域相對風速愈大，飄移潛勢愈大」相吻合，惟逆風作業於大約2 m/s相對風速時，有嚴重例外之情形，其乃因模擬逆風噴霧作業所用45 m/s之氣流速度相較於2 m/s相對風速顯然過大，以致於輔助氣流因地面阻擋而轉向並向前流通(見圖14)，其霧粒因之大量飛揚(見圖15)成爲噴霧飄移，而使相對飄移指標大量上揚而無法與迴歸模式相吻合。

在了解上述無法與迴歸模式相吻合之例外情形後，爲方便進一步仔細探討逆風作業不同模擬風速

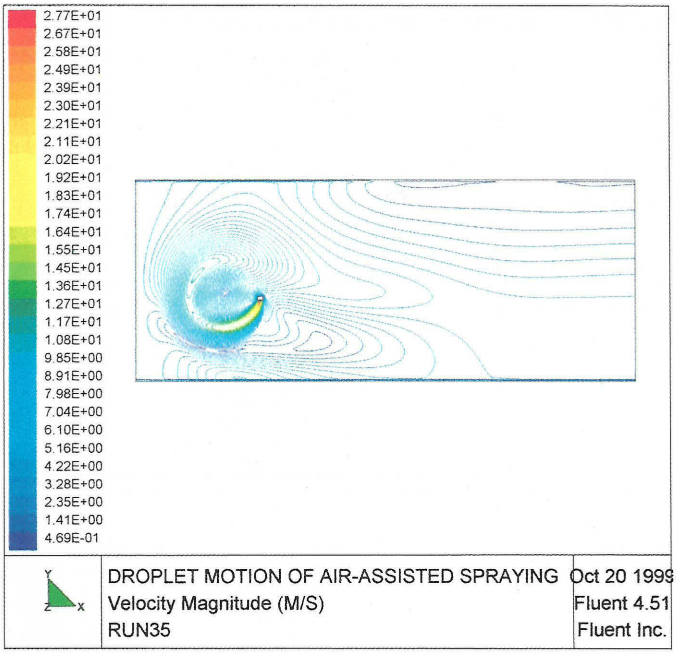



圖14. 低相對風速下輔助氣流速度顯然過大時輔助氣流之轉向。

**Fig. 14.** Flow field shows the deflected jet of air-assisted spraying with too large jet velocity under a condition at low relative wind velocity.

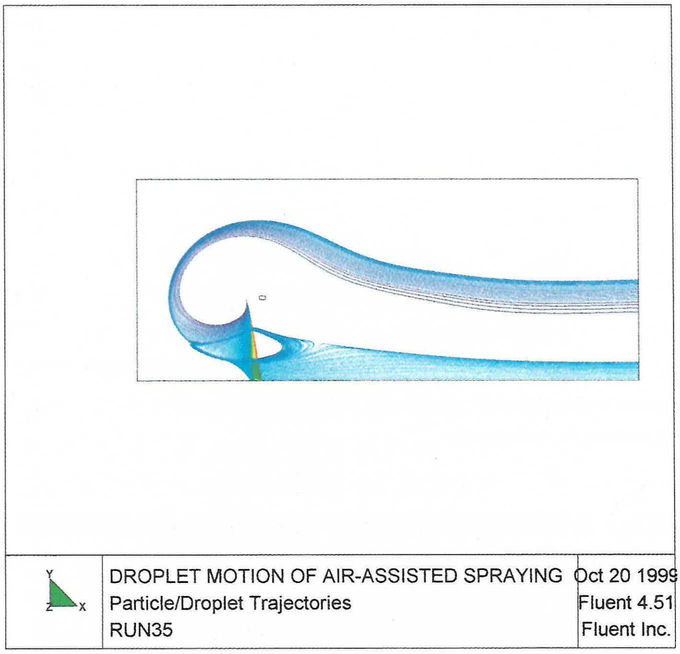



圖15. 低相對風速下輔助氣流顯然過大時氣輔噴霧之霧粒軌跡。

**Fig. 15.** Droplet trajectories of an air-assisted spraying case. Conditions same as figure 14.

與噴霧行進速度對相對飄移指標之影響，特將前述例外之模擬組合捨棄，再重新進行多重回歸程序獲得二階多項之反應曲面方程式如下：

$$RDI = -80.269778 + 22.997186X_4 + 5.300208X_2 + 7.089085X_4^2 - 3.553151X_5^2 + 1.0225X_4X_5;$$
$$R^2 = 0.96634 \quad (13)$$

相當顯然地，新反應曲面方程式具有相當好之解釋能力，其相對飄移指標與反應曲面配湊良好之情形呈現於圖 16 中。為探討不同模擬風速與噴霧行進速度對於相對飄移指數之影響，不同模擬風速與噴霧行進速度下，逆、順風作業相對飄移指數之等高線圖示於圖 17 與圖 18，圖中水平軸係對應模擬風速之標準化變數 X4，其標示值-1.5 至 1.5 係對應 1 至 7 m/s 之模擬風速，而垂直軸係對應噴霧行進速度之標準化變數 X5，其標示值-1.5 至 1.5 係對應 0.45 至 1.35 m/s 之行進速度。圖 17 顯示逆風噴霧作業以一定行進速度進行噴霧時，相對飄移指數隨模擬風速之增加而增加，而對固定模擬風速而言，以愈大行進速度進行噴霧之相對飄移指數愈大，其乃因風速與噴霧行進速度間區域相對速度愈大，飄移潛勢愈大，而相對飄移指數自然也愈大。同樣地，「區域相對速度愈大，飄移潛勢愈大」也可解釋順風作業相對飄移指數之變化情形，如圖 18 所示順風噴霧作業以一定行進速度進行噴霧時，相對飄移指數亦

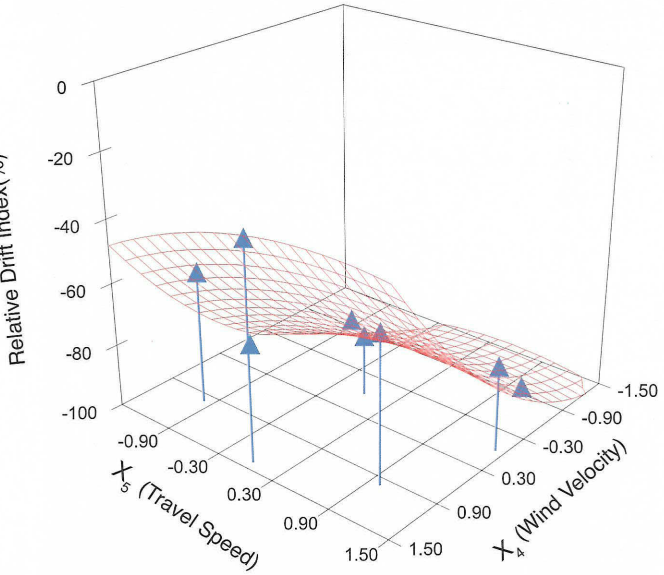



**圖 16.** 捨棄例外情形後逆風噴霧作業不同模擬風速及噴霧行進速度下相對飄移指數之散佈與新反應曲面。

**Fig. 16.** The scatter and response surface of relative drift indexes for droplets released at various wind velocities and travel speeds for upwind spraying without the extreme case.

隨模擬風速之增加而增加，而對固定模擬風速而言，以愈小行進速度進行噴霧之相對飄移指數則愈大。

## 結論與建議

一、氣流與噴嘴間夾角之大小對於氣輔噴霧之霧粒飄移不具明顯趨勢之影響。

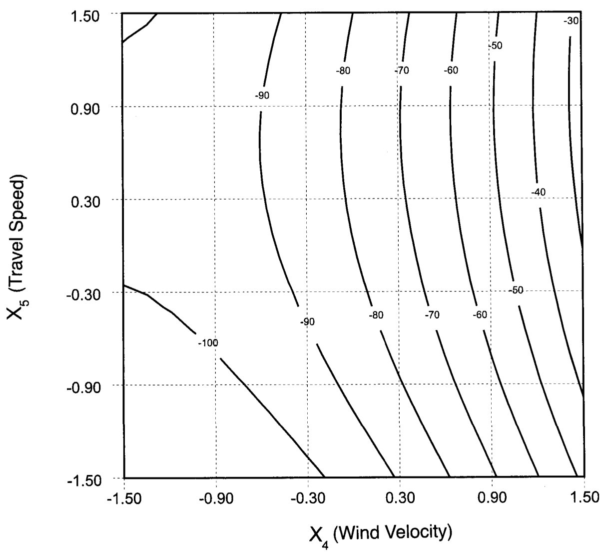



圖17. 逆風噴霧作業不同模擬風速及噴霧行進速度下相對飄移指數之等高線圖。

**Fig. 17.** Relative drift index contours for droplets released at various wind velocities and travel speeds for upwind spraying.

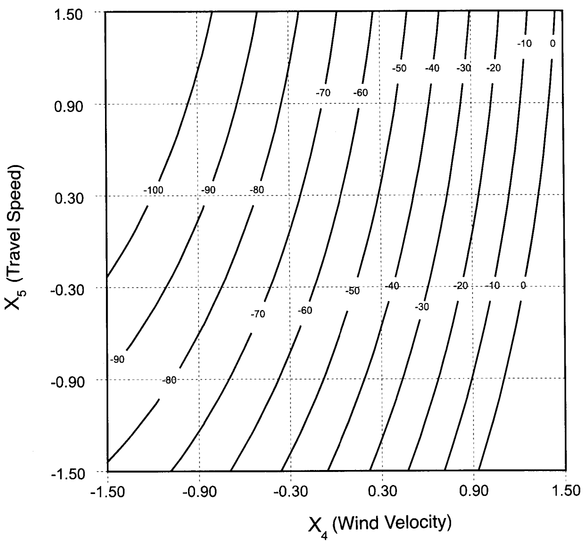



圖18. 順風噴霧作業不同模擬風速及噴霧行進速度下相對飄移指數之等高線圖。

**Fig. 18.** Relative drift index contours for droplets released at various wind velocities and travel speeds for downwind spraying.

二、逆風噴霧作業時具較佳噴霧飄移減低效果之部份顯示，具較大氣流速度及較大氣囊與噴嘴組角度可有較佳噴霧飄移減低效果，且使用逆風之輔助氣流比順風之輔助氣流具有較佳之噴霧飄移減低效果。

三、順風噴霧作業時，具較大氣流速度可有較佳噴霧飄移減低效果，且使用逆風之輔助氣流比順風之

輔助氣流佔有較大有利降低噴霧飄移之可能操縱範圍。

四、本研究模擬之氣輔噴霧機基於使用氣流出口寬度 1.5 cm，在輔助氣流慣常使用氣流速度 20 至 30 m/s 之情形下，順風作業時已有應可接受-50% 至-80% 之相對飄移指標，惟在逆風作業時卻只有-5% 至-22% 之相對飄移指標，顯然逆風作業時使用如此氣流速度之飄移減低效果仍然不足，應以適時提高氣流速度而改善之。

五、「區域相對風速愈大，飄移潛勢愈大」可完全解釋順、逆風作業不同模擬風速與噴霧行進速度下相對飄移指數之變化情形。

六、本研究所得之模擬成果可提供指引氣輔噴霧實際操作所需之參考資料，不僅有效縮短傳統試誤途徑之試驗時程，且可使氣輔噴霧機械之實際修改製造有所依循，更可使氣輔噴霧之本土新技術發揮最佳之本能功效，其與氣輔噴霧之實際應用是否相符未來仍需田間試驗驗證之。

## 誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會 NSC88-2313-B-055-013 專題研究計畫補助經費，始得以完成，謹此誌謝。

## 引用文獻

1. 張國輝，劉達修，蔡致榮，邱銀珍。1992。研習自動化病蟲害防治技術。行政院農業委員會農漁牧產業自動化八十一年度人才培育計畫出國研習報告。
2. 蔡致榮與 H. E. 0zkan。1997。噴霧屏蔽行進中性能之模擬。中華農業研究 46(4)：388~406。
3. 蔡致榮與 H. E. 0zkan。1998。氣流屏蔽式施藥系統之設計評估。中華農業研究 47(1)：71~94。
4. Cooke, B. K., E. C. Hislop, P. J. Herrington, N. M. Western and F. Humpherson-Jones. 1990. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticide performance. Crop Protection 9: 303-311
5. Derksen, R. C. 1994. Air-assisted sprayer evaluations for potato pest control. ASAE Paper No. 94-1506, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
6. FLUENT Incorporated. 1995. FLUENT user’s guide. Version 4.3 Fluent Incorporated, Centerra Resource Park, 10 Cavendish Court, Lebanon, NH 03766.
7. Grinstein, A., H. Frankel, M. Austerweil and G. Kritzman. 1988. Air-assisted placement spraying for Stemphylium control in seed onions. Crop Protection 7: 356-360.
8. Hislop, E. C. 1991. Air-assisted crop spraying: an introductory review, pp 3-14. In: A. Lavers, P. Herrington and E. S. E. Southcombe eds. BCPC MONO No. 46 Air-assisted spraying in crop protection. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk, UK.
9. Hislop, E. C., N. M. Western, B. K. Cooke and R. Bulter. 1993. Experimental air-assisted spraying of young cereal plants under controlled conditions. Crop Protection 12: 193-200.
10. Hobson, P. A., P. C. H. Miller, P. J. Walklate, C. R. Tuck. 1993. Spray drift from hydraulic spray nozzles: the use of a computer simulation model to examine factors influencing drift. Journal of Agricultural Engineering Research 54(2): 293-305.
11. Howard, K. D., J. E. Mulrooney and L. D. Gaultney. 1994. Penetration and deposition of air-assisted sprayers. ASAE Paper No. 94-1024, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
12. Howard, K. D. and J. E. Mulrooney. 1995. Testing protocol for the evaluation of air-assisted boom sprayers. ASAE Paper No. AETC 96-116, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
13. Manor, G., A. Hofner, R. Or, G. Phishler, Y. Epstein, T. Nakash and M. Jacobi. 1989. Air stream facilitated application of cotton foliage treatments. Transactions of the ASAE 32(1): 37-40.
14. May, M. J. 1991. Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers, pp 89-96. In: A. Lavers, P. Herrington and E. S. E. Southcombe eds. BCPC MONO No. 46 Air-assisted

spraying in crop protection. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk, UK.

15. Panneton, B., H. Philion and R. Theriault. 1996. Spray chamber evaluation of air assisted spraying. ASAE Paper No. 96-1078, ASAE, St. Joseph, MI 49085.

16. Pompe, J. C. A. M. and H. J. Holterman. 1992. Technical aspects of pesticide application. Wageningen Agricultural University, Agrotechnion Bomenweg 4 6703 HD, Wageningen, The Netherlands.

17. Quanquin, B. J. 1992. Less drift, more on target with the twin system. ASAE Paper No. 92-1564, ASAE, St. Joseph, MI 49085.

18. Quanquin, B. J. 1995. Air-assist applied to field sprayers. Proceedings of National Conference on Pesticide Application Technology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. pp 124-126.

19. Reichard, D. L., H. Zhu, R. D. Fox and R. D. Brazee. 1992a. Wind tunnel evaluation of a computer program to model spray drift. Transactions of the ASAE 35(3): 755-758.

20. Reichard, D. L., H. Zhu, R. D. Fox and R. D. Brazee. 1992b. Computer simulation of variables that influence spray drift. Transactions of the ASAE 35(5): 1401-1407.

21. Taylor, W. A. and P. G. Andersen. 1989. The use of air assistance in field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference- Weeds 2, 631-639.

22. Walklate, P. J., K. L. Weiner and C. S. Parkin. 1993. Computational fluid dynamics: a tool for evaluating air assistance sprayer design concepts. ANPP- BCPC - Second International Symposium on Pesticides Application Techniques pp 101-108.

23. Watson, D. G. and R. L. Wolff. 1985. Air carrier technique for row crop spraying application. Transactions of the ASAE 28(5): 1445-1448.

24. Weiner, K. L. and C. S. Parkin. 1993. The use of computational fluid dynamic code for modeling spray from a mistblower. Journal of Agricultural Engineering Research 55: 313-324.

25. Womac, A. R., J. E. Mulrooney and W. P. Scott. 1992. Characteristics of air-assisted and drop-nozzle sprays in cotton. Transactions of the ASAE 35(5): 1369-1376.

26. Young, B. W. 1991. A method for assessing the drift potential of hydraulic nozzle spray clouds, and the effect of air assistance, pp 77-86. In: A. Lavers, P. Herrington and E. S. E. Southcombe eds. BCPC MONO No. 46 Air-assisted spraying in crop protection. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk, UK.

27. Zhu, H., D. L. Reichard, R. D. Fox, R. D. Brazee and H. E. Ozkan. 1994. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. Transactions of the ASAE 37(5): 1401-1407.

# Evaluation of Air-assisted Spraying System by Simulation[1]

Jyh-Rong Tsay, Lien-Sheng Liang and Lung-Hu Lu[2]

## Summary

Air-assisted spraying has been among the strategies recommended for reducing spray drift. Even though many studies pertaining to air-assisted spraying had shown its advantages on reducing spray drift, little information about optimal operating parameters and the effect of wind velocity, sprayer travel speed, and sprayer travel direction on reducing spray drift for air-assisted spraying was available. In this study, the evaluation of air-assisted spraying system based on comparing effects on drift reduction was conducted by using a computational fluid dynamics software FLUENT® and a response surface method. The relative drift indexes of air-assisted spraying under various wind velocities, sprayer travel speeds, and sprayer travel directions were also investigated. Main conclusions drawn from this study were stated as follows. The angle between the air jet and nozzle of air-assisted spraying has no significant influence on reducing spray drift. With relative drift indexes from -50% to -80%, the air current with velocities from 20 to 30 m/s, commonly used by air-assisted spraying, seems to be acceptable in reducing spray drift for downwind spraying. However, with relative drift indexes from -5% to -22%, the air current with velocities from 20 to 30 m/s of air-assisted spraying needs to be increased properly to improve the ability of drift reduction. Variations of relative drift indexes of air-assisted spraying under various wind velocities, sprayer travel speeds, and sprayer travel directions could be explained by local relative wind velocity. The higher the local relative wind velocity, the greater the relative drift index. Results of this study provide the practical operations of air-assisted spraying with useful information, which is beneficial for reducing spray drift from air-assisted sprayers.

**Key words** ： Air-assisted spraying, Evaluation, Simulation.

---

1. Constribution No. 2026 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Associate Researcher, Senior Engineer and Head, and Assistant Researcher, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 88～93 (2000)

# 酸桔果肉種子分離機之研製[1]

黃禮棟 周廷弘 梁連勝 楊智凱[2]

**摘要**：本試驗之主旨為研發一部酸桔果肉與種子分離機。本省客家人習慣於食用白煮豬肉時以酸桔醬調味以增添風味。而製作酸桔醬過程中最費時者為分離果囊中之種子。依據調查結果，每人分離1公斤酸桔果肉中之種子平均需時12分鐘。為解決此瓶頸，已經初步完成酸桔果肉與種子分離機。本機之長為1,010 mm，高為900 mm而寬度則為510 mm。主要包括(1)擠壓器：擠壓果囊使其破裂而易於分離果肉與種子。其構造為將市售之絞肉機加以改良，並配合酸桔種子之大小，以鐵板製成21個直徑9.2 mm小孔之擠出盤；而為減低種子在擠出過程中損傷而被滾筒捲入與果肉混合，故將擠入端之圓柱孔外圍予以圓角處理。(2)分離滾筒組：主要結構為由二支長度為450 mm，直徑為100 mm之圓柱形不銹鋼滾筒組成，其中一支滾筒上有螺旋狀軋花突起以推送種子，並分離擠壓後之果肉與種子。初步試驗結果，該機具有每小時處理100公斤酸桔之作業能力，為人工之20倍。

**關鍵詞**：酸桔、滾筒、分離機

## 前　　言

酸桔醬為桃、竹、苗、東勢等地區獨特之客家土產調味醬，其產製過程包括清洗、剝皮、果皮殺菁、水漂、果肉去子、研磨、調味、熬煮、冷卻及裝瓶等步驟(2)，多為家庭式小規模生產製作，亦有稍具規模之加工生產。惟酸橘產期集中於每年十二月初至一月中旬，在短時間之內必需完成鮮果加工及準備全年供應量，是一項艱辛的挑戰。製作過程中必需先去除種子，否則研磨製成酸桔醬後其味甚苦。而去除種子所佔工時最多，目前悉仰賴人工為之，不但影響衛生且頗為費時費工。對目前農村逐年老化的勞動力而言，是一項極辛苦的工作。本試驗旨在研製一部機械以替代人工，提高種子與果肉分離處理之速度。目前研製完成的雛型機，其處理酸桔能力為每小時100公斤，為平均人工作業能力之20倍以上。

## 材料與方法

一、**供試材料**：酸桔果肉種子分離機，酸桔果，收集皿，碼表，電子秤，游標卡尺，糖度計。

二、**試驗地點**：本所農機工廠、關西工作站及芎林等酸桔產地。

三、**試驗方法**：每次取酸桔果6~7公斤，剝皮後倒入酸桔種子分離機之擠壓器盛盤，使其依序進入擠壓器，由擠壓螺旋器推入擠出盤完成破壞果囊作業後，進入滾筒將種子與果肉分離。其中種子被推送至滾筒末端盛盤，而果肉則通過滾筒間隙掉入容器中。分別計算其完成作業所需要時間，及

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2027號。

2. 本所農業工程系副研究員、助理、研究員兼主任及助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

完成後之果肉重量，種子重量，果肉中含未分離之種子重，種子所黏附之果肉重，及破碎之酸桔種子重量。

## 結果與討論

### 一、機體結構：

本酸桔果肉種子分離機之外觀如圖1所示。全機規格爲長1,010 mm，寬510 mm，高900 mm。機構可分爲擠壓及分離二部份；擠壓器係利用市售之絞肉機加以改良，由盛盤、擠壓螺旋及擠出盤等三部份所構成，配合酸桔種子之大小，在直徑70 mm，厚度7.5 mm之圓形不銹鋼板上等距離鑽出21個直徑9.2 mm之小孔，研製所需擠出盤，並於擠出孔設置迴轉式切斷刀以切斷纖維質[3]。爲減低種子在擠出通過小孔過程中損傷而被捲入滾筒，造成酸桔醬含有澀味，故將擠入端之圓柱孔以圓角處理修整爲喇叭狀，以減輕其擠壓時對種子產生剪切作用。滾筒部份之結構如圖2及圖3所示，滾筒直徑爲10

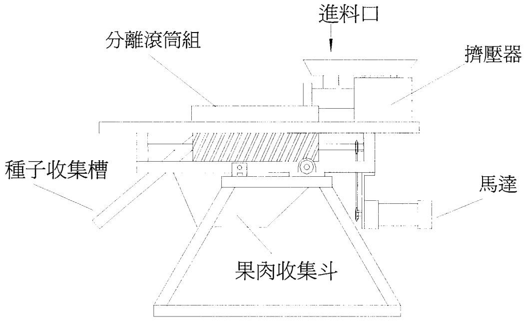



圖1. 酸桔果肉種子分離機結構。

**Fig.1.** The schematic diagram of the sunki seeds and flesh separator.

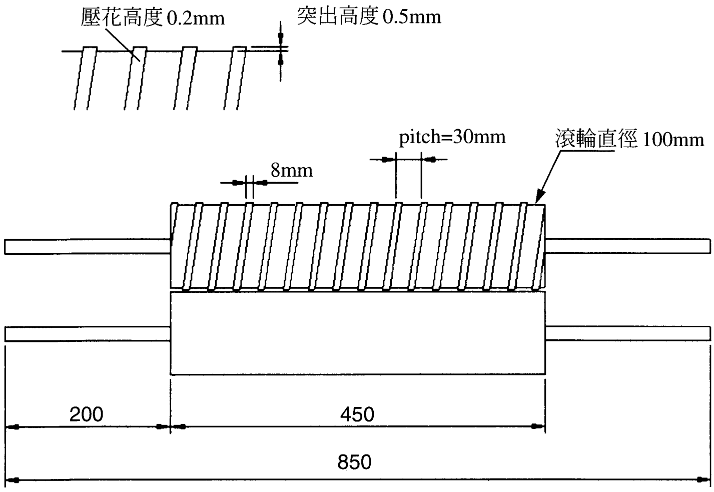



圖2. 分離滾筒構造圖。

**Fig.2.** The dimensions of the rollers.

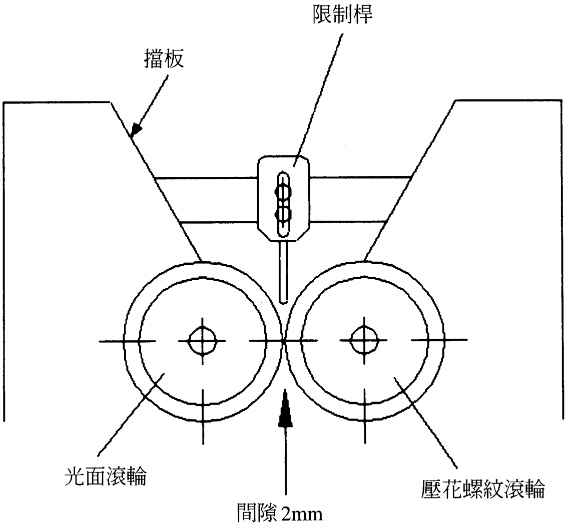



**圖3.** 滾筒側視示意圖。
**Fig.3.** The side view of the roller set.

**表1.** 酸桔物性資料
**Table 1.** The physical characteristics of the sunki fruits

| sunki No. | wt. (g) | fruit ht.(mm) (mm) | diameter (mm) | No.of seeds | seeds wt. (g) | skin wt. (g) | skin thickness (mm) | sugar content (Brix) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 32.8 | 32.5 | 42.4 | 15 | 1.9 | 6.1 | 1.5 | 9.1 |
| 2 | 41.0 | 36.4 | 41.1 | 24 | 3.3 | 8.3 | 1.2 | 9.8 |
| 3 | 34.1 | 34.3 | 43.1 | 20 | 2.4 | 7.9 | 1.6 | 12.0 |
| 4 | 36.0 | 34.5 | 43.6 | 25 | 3.2 | 6.0 | 1.5 | 9.6 |
| 5 | 41.2 | 34.3 | 43.4 | 25 | 2.8 | 8.9 | 1.2 | 10.1 |
| 6 | 54.1 | 33.3 | 46.9 | 16 | 2.6 | 10.7 | 1.2 | 11.4 |
| 7 | 49.6 | 37.8 | 51.5 | 21 | 4.2 | 9.5 | 1.3 | 10.2 |
| 8 | 51.3 | 36.5 | 43.3 | 19 | 3.3 | 10.3 | 1.1 | 10.1 |
| 9 | 33.7 | 36.5 | 51.9 | 15 | 2.3 | 7.2 | 1.0 | 11.8 |
| 10 | 41.5 | 36.7 | 46.4 | 25 | 3.4 | 7.1 | 1.1 | 11.0 |
| average | 41.5 | 35.3 | 45.4 | 20.5 | 2.9 | 8.2 | 1.3 | 10.5 |

公分，長度爲45公分，其中一支滾筒爲光滑表面，另外一支則刻鏤有螺旋，螺旋之節距爲30mm，螺紋寬度爲9.7mm，高度爲0.5mm。二支滾筒之旋轉方向爲由外向內相對迴轉，以將果肉捲入擠壓通過滾筒，而種子則無法通過間隙留在滾筒之切線凹槽上。而螺旋之功用則爲將留存於滾筒上之種子往後推送至末端之收集槽，其使用動力源爲110伏特，功率90W之單相交流馬達。其作業情形詳如圖4及圖5所示。

## 二、酸桔果物理性狀

酸桔果含豐富的微他命C及粗脂肪、粗蛋白質、粗纖維、果膠、灰分、果糖[1,4]等，又因含有多量檸檬酸，故較不宜生食。然而其表皮含有天然精油(citrus essential oil)，爲一具有特殊香味之可食用香

圖4. 酸桔果肉種子分離機作業情形。

**Fig.4.** The operation of the sunki seeds and flesh separator.

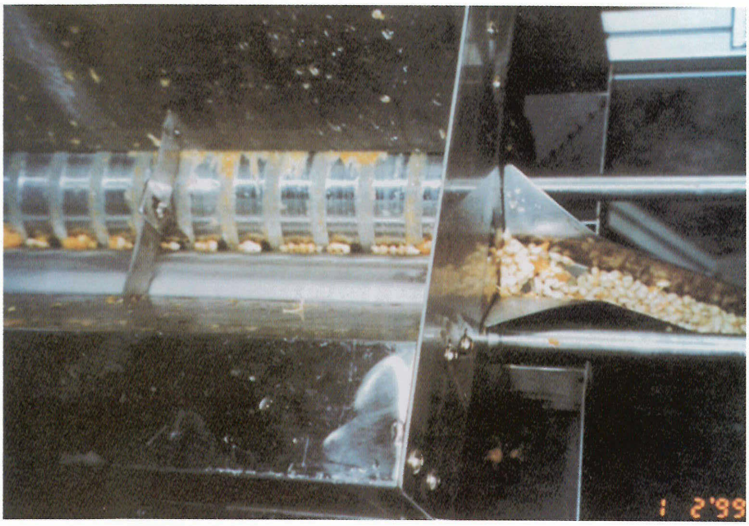


圖5. 滾筒輸送酸桔種子。

**Fig.5.** The delivery of sunki seeds on the roller set.

料[1]，爲兼顧口感色澤及特殊風味，其表皮亦於煮熟後，一併研磨加工成酸桔醬。其物性資料如表1所示，係88年11月24日在本所關西工作站採摘者，10個酸桔果之平均果重爲41.5公克，糖度爲10.5° Brix，平均每一酸桔果實內含21個種子，共重2.9公克，約佔果重的7.0%；果皮重8.2公克，約佔果重的20%。故每公斤酸桔果能榨取0.83公斤果肉供製做酸桔醬。

**三、試驗結果**

在擠壓器螺旋轉速爲230rpm及果肉種子分離滾筒轉速爲180rpm之條件下，試驗結果如表2所示，

示，其平均作業能力達每小時100公斤酸桔，擠壓通過滾筒間隙之果肉經由收集斗掉入盛盤中，而部份破碎之種子亦被軋入，但數量極少，只佔果肉重量之0.27%，並不會增加酸桔醬之澀味，故不必再以其他方式予以分離即可研磨製造酸桔醬。而大多數種子均經由分離滾筒之螺旋輸送器推送至種子收集槽，而經分析結果，種子收集桶中之種子含有果肉率僅爲0.62%，分離損失極小；且種子收集桶中之種子破損率爲6.7%，可用於培育酸桔苗。依據每一人工平均每小時可完成5公斤果肉種子分離工作計算，本機器之分離作業能力約爲人工之20倍。

## 四、討論

本次試驗之酸桔果係於十一月底採收者，尙未十分成熟，其果囊之纖維質韌性較強，故必須將擠出盤反向使用，使未經圓角處理的一面向著擠壓螺旋，且必須將切斷刀片由二片式更換爲三片式，方能將擠出盤因爲纖維質多，處理不及導致之過度擠壓情形予以大幅改善，此種處理情形將會增加種子切傷的機率，也會因此而增加受傷種子被捲入滾筒的機率，因而使果肉中含種子情形增加，增添成品澀味。另一需要加以改良者爲分離滾筒的長度(45公分)略顯不足，需再加長以增加處理的能力，如此則作業能力可再提升。另酸桔種子收集槽的入口位於圓形滾筒中心線上，使得未被滾筒捲入而排出的果囊纖維有機會被縫隙纏住，阻檔種子的滑落，應降低其出口位置以避免此情形之發生。

表2. 酸桔果肉種子分離機作業性能

**Table 2.** The performance of sunki seeds and flesh separator

| run No. | rinded sunki wt.(g) | rind wt.(g) | seeds wt.(g) | run time (sec) | capacity (kg/h) | seeds in flesh(%) | flesh in seeds(%) | seeds being damaged(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6007 | 1037 | 553 | 220 | 98 | 0.34 | 0.61 | 6.5 |
| 2 | 6000 | 1040 | 554 | 240 | 90 | 0.30 | 0.54 | 6.9 |
| 3 | 6603 | 1168 | 590 | 200 | 119 | 0.18 | 0.69 | 6.7 |

表2中之果皮重量平均佔17.4%，比表一之19.8%爲少，原因爲農民採收時快速拉扯，致果蒂及其旁邊的表皮殘留於樹枝上所致。而收集槽之種子平均損傷率爲6.7%，尙有改善之空間，雖然不直接影響酸桔醬的品質，但損傷率對盛盤中之果肉含種子率之影響爲何，仍需進一步試驗探討。

所使用之滾筒轉速180rpm，擠壓螺旋轉速230rpm及滾筒之直徑100mm、節距30mm，及兩滾筒間隙2mm等試驗條件均爲經驗值，而最佳作業條件必須經過試驗設計分析後方能確認，因此將來應於雛形機完成後，另以試驗設計完成最佳作業條件驗證，方能發揮該機功能。

## 五、結論：

本酸桔果肉種子分離機之作業性能及每小時100公斤之作業能力，應可符合一般農家製做酸桔醬的需要，較大型加工業者可考慮增加擠壓器及分離滾筒組之數量以提升作業能力或者使用多部機組以達到需求之作業量。

## 引用文獻

1. 方祖達。1989。台灣柑桔之加工利用。柑桔試驗研究成果專題研討會專集：241-260頁。
2. 劉淑美、林欣榜。1996。橘子醬加工之研究。246-262頁。食品科技研發成果彙編。新竹。
3. 盧福明。1986。農產加工工程學。33-34頁。茂昌圖書有限公司。台北。
4. Mohsenin, N. N. 1986. Physical properties of plant and animal materialsp.pp:50-53. Gordon and Breach Science Publishers, Inc., New York

# A Study on the Sunki Seeds and Flesh Separator[1]

Li-Duhng Huarng, Tyng-Horng Chou, Lien-Sheng Liang
and Chih-Kai Yang[2]

## Summary

The objective of this research is to develop a machine to separate the sunki seeds from the flesh for sunki sauce production. The Hakka people on Taiwan like to use sunki sauce with cooked pork for flavor and taste. One of the production procedures is to remove the seeds from the flesh, which is very time consuming. To separate seeds from 1 kg sunki fruits takes a regular worker 12 minutes. In order to overcome this bottleneck procedure in the sunki sauce production, a separation machine was developed. The dimension of the machine is 1010 mm in length, 900 mm in height and 510 mm in width. It is composed of two parts. The crushing device squeezes the seeds from the sunki segments. The separating device separates the seeds from the flesh. The squeezing plate of a meat grinder is modified to crush sunki fruits. In order to minimize the risk of breaking the seeds during squeezing operation, the corners of the inlet holes in plate were ground to become round shaped. The stainless steel rollers are 450 mm in length and 100 mm in diameter. One of the rollers has a spiral on it for pushing the separated seeds forward to the collection chute. The machine is capable of treating 100 kg Sunki fruits per hour. It is about 20 times faster as compared to a regular human labor.

**Key words**：sunki, roller, separator

1. Contribution No. 2027 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Respectively, Engineer, Assistant, Head and Senior Engineer and Assistant of Agricultural Engineering Department, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(2): 94～120 (2000)

# 台灣薊馬之種類 (5)[1]

王清玲[2]

**摘要**：本文為系列記述台灣薊馬種類之報告，包括薊馬科(Thripidae)薊馬亞科(Thripinae)薊馬族 (Thripini)21屬中之7屬17種，每種之描述包括名稱、形態特徵、棲所植物、世界分布等。

**關鍵詞**：薊馬、台灣、種類描述。

## 薊馬科 FAMILY THRIPIDAE

## 薊馬亞科 Subfamily Thripinae

## 薊馬族 Tribe Thripini

## (續)

## 羚薊馬屬 Genus *Dorcadothrips* Priesner

*Dorcadothrips* Priesner, 1932：49. 模式種：*Dorcadothrips caespitis* Priesner, 1932.

頭略寬於長，單眼前毛1對，複眼大而突出。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐，口錐短圓。前胸背板後緣角有長毛2對。前翅狹長略彎，上脈末端毛2支，下脈毛分佈均勻，亦有短翅或無翅型，後緣纓波狀。中胸內叉骨有刺，後胸無刺。腹部第8節背板後緣無梳毛；第10背板完整。雄蟲腹部第9背板有1對刺突；第3-7腹板有橫生腺室，或左右2個圓形腺室。世界17種。

### 黃羚薊馬*Dorcadothrips xanthus* (Williams)(圖1)

*Physothrips xanthius* Williams, 1917：59.

*Taeniothrips (Physothrips) xanthius* (Williams); Watson, 1924：41, 42.

*Taeniothrips xanthius* (Williams); Moulton, 1933：130.

*Dorcadothrips xanthius* (Williams); Bhatti, 1978：194.

**雌蟲**製片後體長1.2-1.3 mm。身體及足淡黃色，主剛毛淡色。觸角第1、2節黃褐色，第3、4節基部2/3及第5節基部1/3淡黃，其餘部份及第6-8節褐色。前翅灰褐色，脈毛褐色。

頭頂略向前突出。單眼前毛1對，位於前單眼前方之兩旁，單眼間毛長，位於後單眼前緣之內側，眼後毛數對均短小。觸角8節，第3、4節呈瓶狀，具發達之叉狀感覺錐。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第2028號。

2. 本所應用動物系研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

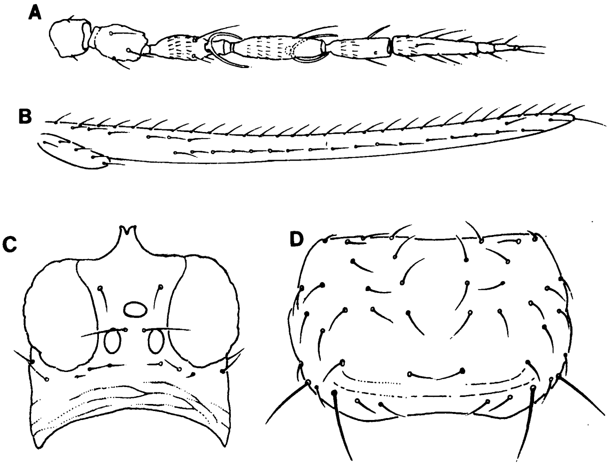



圖1. 黃羚薊馬 *Dorcadothrips xanthus* (Williams) (♀): A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板。
**Fig. 1.** *Dorcadothrips xanthus* (Williams) (♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum.

前胸背板及前緣有等長毛12-16對，後緣角長毛2對，後緣中央有短毛2對。前翅狹長，上脈基部毛6支，端毛2支，下脈毛16-17支，鱗瓣緣毛4支，後緣纓波狀。後足脛節內側有一排距約7支。

腹部狹長，第8背板後緣無梳毛，第10背板完整不分裂。

**分佈**：台灣、中國大陸、日本、韓國、夏威夷、美國、西印度群島。

**棲所植物**[a]：世界記錄有蘭(*Orchid*)、*Asystasia gangetica*、*Metalexis japonica*、蕾麗蘭(*Laelia*)、菊(*Chrysanthemum sibiricum*)、蟲癭等。台灣曾採於雜草、茄苳(*Bischofia javanica*)、軟枝黃蟬(*Alfamanda cathartica*)、肖楠(*Calocedrus formosana*)。

**標本檢查**[b]：1♀，南投魚池，肖楠，X-1991；3♀，霧社，雜草，VII-1992；1♀，墾丁，茄苳，I-1993；1♀，墾丁，軟枝黃蟬，I-1993。

## 花薊馬屬 Genus *Frankliniella* Karny

*Frankliniella* Karny, 1910：46. 模式種：*Thrips intonsa* Trybom, 1914.

頭通常略寬於長，單眼前毛2對，單眼間毛1對，長或短，複眼後毛發達。觸角8節。前胸前緣1對長毛，左右前緣角各1支長毛，左右後緣角各2支長毛，後緣中央毛5對，自中央起第2對較長。前翅上、下脈毛排列均勻。腹部第5-8背板氣孔旁有微毛梳(ctenidia)，位於氣孔之前方。雄蟲腹部腹板無附毛，第3-7腹板有腺室。世界約150種，多發生於亞熱帶。

### 台灣花薊馬屬各種之檢索表

1. 雌蟲腹部第8背板後緣梳毛完整 .......................................................2
－雌蟲腹部第8背板後緣梳毛全無或僅兩旁有，中央1/3缺 ..................梳缺花薊馬 *F. schultzei*
2. 前胸背板前緣長毛間有1對短毛；體色及主剛毛褐或深褐色 ................台灣花薊馬 *F. intonsa*

---

[a]本文所記載各種薊馬之棲所植物除台灣所採集記錄者外，均依據Jacot-Guillarmod (1970-75)之文獻記載。

[b]除另外註明者，標本採集者均爲本文作者。

－前胸背板前緣長毛間有2對短毛；體色及主剛毛淡黃色 .....................玉米薊馬 *F. williamsi*

## 台灣花薊馬 *Frankliniella intonsa* (Trybom) (圖 2)
## Flower thrips

*Thrips intonsa* Trybom, 1895 ： 182, 188.

*Thrips physapus* Linne; Muller, 1776 ： 96.

*Physopus vulgatissima* (Haliday); Uzel, 1895 ： 32, 48, 95.

*Physapus brevistylis* Karny, 1908 ： 278.

*Physopus intonsa* (Trybom); Trybom, 1910 ： 153.

*Frankliniella breviceps* Bagnall, 1911 ： 2, 10.

*Frankliniella vulgatissimus* (Haliday); Bagnall, 1911 ： 10.

*Frankliniella intonsa* (Trybom); Karny, 1911 ： 558.

*Frankliniella brevistylis* (Trybom); Karny, 1912 ： 336.

*Euthrips gossypii* Shiraki, 1912 ： 65-67.

*Frankliniella formosae* Moulton, 1928a ： 291, 324.

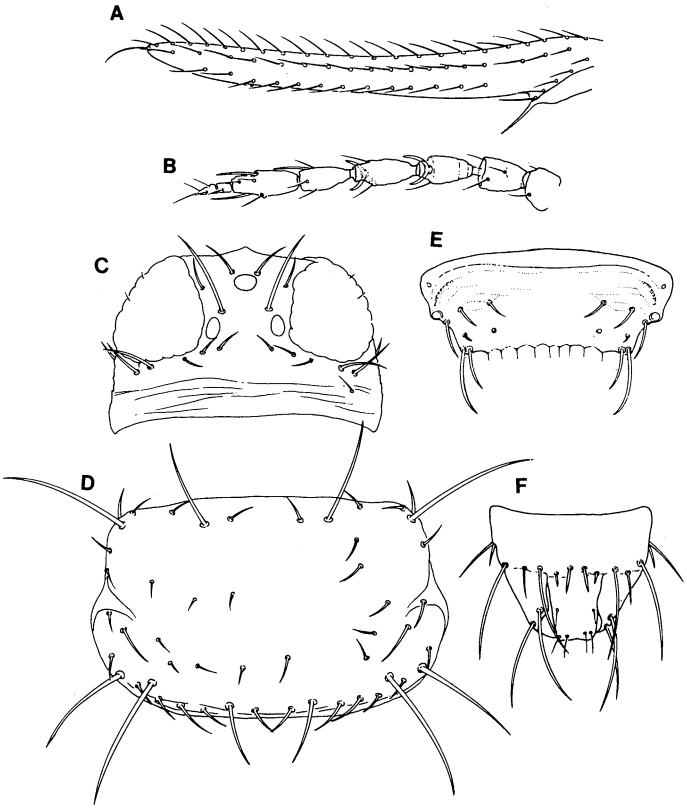



圖2. 台灣花薊馬 *Frankliniella intonsa* (Trybom) (♀)： A. 前翅； B. 觸角； C. 頭； D. 前胸背板；E. 腹部第8節背板；(♂)： F. 腹部第9、10節背板。

**Fig. 2.** *Frankliniella intonsa* (Trybom) (♀): A. fore wing; B. antenna; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergite VIII; (♂) F. abdominal tergites IX, X.

*Frankliniella gossypii* (Shiraki); Hood, 1936 ： 68.

**雌蟲**製片後體長1.3-1.7 mm。身體頭、胸、腹之顏色可能有多種變化：頭、胸淡褐，腹部深褐；或頭、胸褐，腹部淡褐；或頭、胸、腹均爲褐色；或頭、胸、腹均爲黃色。觸角第1節淡褐或褐色，第2節深褐，第3節黃色，第4、5節基部褐端部黃，第6-8節深褐。翅淡黃。足淡黃色，腿節中央及中、後脛節中央較深，各跗節黃色。

頭寬於長，近於矩形。頰約與眼等長，眼後有橫紋，後頭區邊緣線明顯。單眼間毛長，位於後單眼前方，三單眼中心連線上。小顎鬚3節，下唇鬚2節。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐。

前胸前緣有1對長毛，中央有1對短毛，左右前緣角各1支長毛，左右後緣角各2支長毛，後緣5對毛，中央起第2對最長。中胸內叉骨小而有刺，後胸內叉骨無刺。翅脈毛長，深褐色，上下脈毛排列均勻，上脈18-21支，下脈12-15支，後緣纓波狀。跗節2節，後足脛節內側有一排5-7支明顯之刺(spine)，端距2支。

腹部第8背板後緣梳毛基座寬，形成三角形，自數支至十餘支不等，排列稀疏但均勻完全。第3-7腹板後緣毛3對，長而發達。

**雄蟲**較雌蟲細小，長1-1.2 mm。體色比雌蟲淡，爲淡黃色，腹部淡褐。觸角第1-5節黃，其中第3、4節基部較深，第5節基部與第6-8節褐色。腹部第8背板後緣無梳毛；第9背板中央有2對粗短剛毛。第3-7腹板有寬扁腺室。

**分布**：全世界。

**棲所植物**：包括各種不同植物之花部，種類繁多。在台灣曾於玉米(*Zea mays*)、絲瓜(*Luffa cylindrica*)、黃瓜(*Cucumis sativus*)、南瓜(*Cucurbita moschata*)、苦瓜(*Momordica charantia*)、甕菜(*Ipomoea reptans*)、萵苣(*Lactuca sativa*)、芥藍(*Brassicaa lboglabra*)、蔥(*Allium fistulosum*)、韭菜(*Allium odorum*)、黃豆(*Soja hidpida*)、豌豆(*Pisum sativum*)、田菁(*Dioscorea benthamii*)、花生(*Arachis hypogaea*)、茄子(*Solanum melongena*)、梨(*Pyrus serotina*)、玫瑰(*Rosa hybrida*)、百合(*Lilium formosanum*)、夜來香(*Polanthes tuberosa*)、唐菖蒲(*Gladiolus gandavensis*)、薑科(*Zingiberaceae*)、薑花(*Hedychium hybridum*)、仙客萊(*Cyclamen persicum*)、非洲堇(*Santpaulia ionantha*)、菊花(*Chrysanthemum morifolium*)、非洲菊(*Gerbera jamesonii*)、甜菊、康乃馨(*Dianthus caryophyllus*)、金魚草(*Antirrhinum majus*)、金露花(*Duranta repens*)、一枝香(*Ageratum conyzoides*)、雞冠花(*Celosia cristata*)、千日紅(*Globe amaranth*)、矮牽牛(*Petunia hybrida*)、番茉莉(*Brunfelsia hopeana*)、金針(*Hemerocallis disticha*)、蔥蘭(*Zephyranthes candida*)、蝴蝶蘭屬(*Phalaenopsis*)、芙蓉(*Hibiscus taiwanensis*)、黃枝(*Gardenia angusta*)、馬纓丹(*Lantana camara*)、紫薇(*Lagerstroemia indica*)、杜鵑(*Rhododendron obtusum*)、月桔(*Murraya paniculata*)、軟枝黃蟬(*Allamanda cathartica*)、馬拉巴栗(*Pachida macrocarpa*)、射干(*Belamcanda chinensis*)、土牛膝 (*Achyranthes obtusifolia*)上採得。

**標本檢查**：2玻片共有約20♀，Shinka，甘蔗，I-1930 (coll. Yanagihara)；2玻片共有約30♀1♂，台南，柑橘，V-1933 (coll. Oshima)；1♀，嘉義港坪里，夜來香，V-1989；2♂，農試所，百合，VII-1989；2♂，農試所，玉米，IX-1989；1♀，農試所，紫薇，VIII-1990；1♀，農試所，非洲堇，I-1991；1♂，農試所，蔥，III-1991。

**附記**：台灣花薊馬在台灣發生極普遍，存在於各種植物花部，有時也爲害幼嫩的葉片或果實。早期在農作物上並不太重要，其首度引起重視是在1975年左右，當時本省綠蘆筍剛打開外銷市場，因在綠蘆筍食用嫩莖上發現薊馬蟲體，曾遭日本拒絕進口[5]。薊馬白天皆匿伏於花瓣、嫩芽組織的萼片內，幼蟲及成蟲皆取食筍株嫩莖枝葉，蘆筍於母莖更新期間新枝出土不久即可發現薊馬爲害，被害莖及筍尖變

彎曲，萼片亦黃萎。

1989年台灣花薊馬在豌豆上密度增高[2]，逢開花期即在花部大量滋生，並侵害嫩芽，至結莢期在豆莢靠近花蒂的一方聚集多數成、幼蟲，其銼吸造成表皮明顯傷害，食痕呈灰綠色。其亦在花卉作物中普遍發生，棲息在花瓣內側，使花卉價值深受影響，栽植花卉時為防治薊馬而耗費許多資源。

## 柳花薊馬 *Frankliniella salicis* Moulton

*Frankliniella salicis* Moulton, 1948 ： 87, 104.

**雌蟲**製片後體長0.85 mm。淡黃色。觸角第1節透明，第2節淡黃，第3-5節黃，第4節末端2/3淡褐，第6-8節淡褐。翅淡黃。

頭寬於長，長度約為前胸3/5。觸角8節，第3節基部有一環區，第3、4節感覺錐叉狀。小顎鬚3節，下唇鬚2節。

前胸前緣有1對長毛，左右前緣角各有1支長毛，左右後緣角各有2支長毛，後緣5對毛，中央第2對最長。中胸內叉骨小。翅脈毛長，深褐色，上下脈毛排列均勻，上脈16支，下脈14支，後緣纓波狀。跗節2節。

腹部第8背板無梳毛。

**雄蟲**不詳。

**分布**：台灣。

**棲所植物**：柳樹(*Salix* sp.)。

**附記**：僅 Takahashi 在台灣之 *Salix* sp.上採得1雌蟲(holotype)，此後即無採得之記錄，本文是依據 Moulton (1948)之描述。Nakahara (1997)檢視標本後認為特徵與 *F. tritici* 無法分辨，但後者僅分佈於美洲。作者認為有可能為 *F. schultzei* 之淡色型，需比對標本進一步確定。

## 梳缺花薊馬 *Frankliniella schultzei* (Trybom) (圖3)
## Common blossom thrips, Cotton bud thrips

*Physopus schultzei* Trybom, 1910 ： 151.

*Frankliniella schultzei* (Trybom); Karny, 1912 ： 334.

*Euthrips gossypii* Shiraki, 1912 ： 65-67.

*Frankliniella sulphurea* Schmutz, 1913 ： 1018, 1019.

*Frankliniella delicatula* Bagnall, 1919 ： 263.

*Frankliniella trybomi* Karny, 1920 ： 36.

*Frankliniella dampfi* Priesner, 1923a ： 64.

*Frankliniella africana* Bagnall, 1926b ： 100.

*Frankliniella anglicana* Bagnall, 1926a ： 281.

*Parafrankliniella nigripes* Girault, 1928 ： 4.

*Frankliniella insularis* (Franklin); Morison, 1930 ： 11.

*Frankliniella paucispinosa* Moulton, 1933 ： 113, 122.

*Frankliniella kellyana* Bagnall; Kelly & Mayne, 1934 ： 20.

*Frankliniella paucispinosus* Moulton, 1935 ： 255.

*Frankliniella pembertoni* Moulton, 1940 ： 247.

*Frankliniella clitoriae* Moulton, 1940 ： 248.

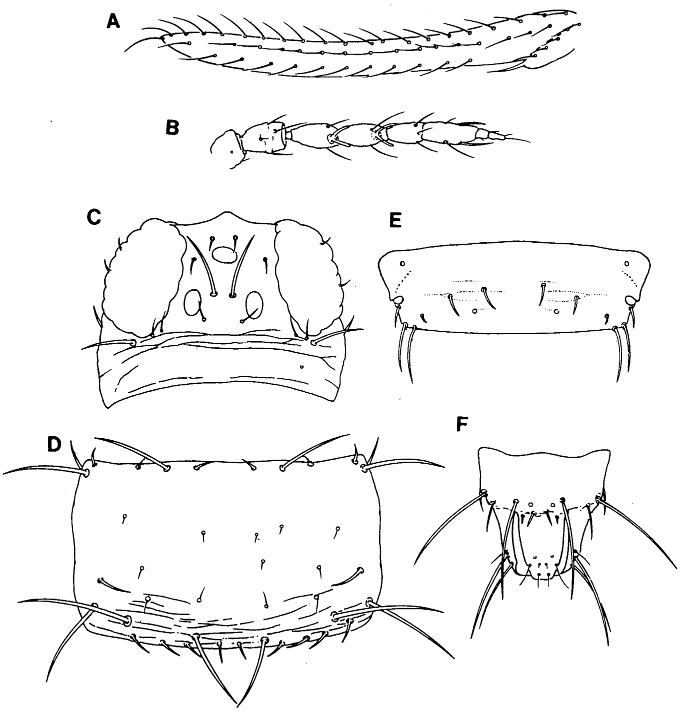



圖3. 梳缺花薊馬 *Frankliniella schultzei* (Trybom)(♀)：A. 前翅；B. 觸角；C. 頭； D. 前胸背板；E. 腹部第8節背板；(♂)：F. 腹部第9、10節背板。

**Fig. 3.** *Frankliniella schultzei* (Trybom)(♀): A. fore wing; B. antenna; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergite VIII; (♂) F. abdominal tergites IX, X.

**雌蟲**製片後體長1-1.3 mm。有深色與淡色二型，深色型：身體褐色，或頭與胸桔黃，腹部褐色；觸角第1、2節深褐，其餘各節褐色，只第3、4節基部較淡；足黃褐；翅透明無色。淡色型：身體淡黃色；觸角第1、2節淡灰白，第2節端部稍黃，第3-5節基部灰白端部淡褐，第6-8節褐色；足與身體同色；翅透明無色。

頭寬於長，眼長於頰，眼後有橫紋，後頭區邊緣線明顯。單眼間毛長，位於單眼三角區內，兩後單眼前緣連線上或稍下方；複眼後毛以眼正下方1對最長。小顎鬚3節，下唇鬚2節。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐。

前胸前緣有1對長毛，中央1對短毛，左右前緣角各1支長毛，左右後緣角各2支長毛，後緣5對毛，中央第2對最長。中胸內叉骨小，有刺，後胸內叉骨無刺。翅脈毛長，深褐色，上下脈毛排列均勻，上脈最末端2支之間距較長，約爲其餘脈毛間距2倍，上脈18-21支，下脈12-15支，後緣纓波狀。跗節2節，後足脛節內側有一排5-7支刺，端距2支。

腹部第8背板後緣無梳毛；第10背板部分縱裂。第3-7腹板後緣有3對長毛。

**雄蟲**形狀與雌蟲相似，體型較小，長1-1.2 mm。深色型者體褐色，觸角褐色，第3-5節基部較淡。第3-7腹板有寬扁腺室。第9背板中央有2對粗短剛毛。

**分布**：台灣、印度、斯里蘭卡、太平洋群島、南美洲、英國、義大利、非洲。

**棲所植物**：在台灣曾於空心菜(*Ipomoea reptans*)、野牽牛(*Ipomoea cairica*)、軟枝黃蟬(*Allamanda*

*cathartica*)、玉米(*Zea mays*)、粉萼鼠尾草(*Salvia farinacea*)、蔥蘭(*Zephyrznthes candida*)、立鶴花(*Thunbergia erecta*)上採得，其它世界有記錄之棲所尚有許多植物之花部。

**標本檢查**：褐色型：8♀4♂，霧峰，空心菜，X-1990；1♀，霧峰，玉米；1♀，霧峰，牽牛花，IX-1990；淡色型：3♀，台中市，立鶴花，IV-1990。

**附記**：本種有深色型與淡色型，其中深色型與*F. fusca* (Hinds), *F. intonsa* (Trybom), *F. occidentalis* (Pergande), *Thrips palmi* Karny, *T. setosis* Moulton, *T. tabaci* Lindeman等種已經證實為Tospovirus 之媒介昆蟲[49]，在瓜類等作物上造成很大損害，本種淡色型之傳病能力則尚待證實。本種薊馬於台灣雖有發生但存在之密度不高，在田間傳播植物病原之嚴重性應不及南黃薊馬或台灣花薊馬嚴重。

## 玉米薊馬 *Frankliniella williamsi* Hood (圖 4)
## Maize thrips

*Frankliniella williamsi* Hood, 1915 ： 19.

*Frankliniella flavens* Moulton, 1928b ： 108, 132.

*Frankliniella spinosus* Moulton, 1936 ： 61.

**雌蟲**製片後體長1.3-1.5 mm。淡黃色。觸角第1-5節淡黃，只第2-5節端部稍深，第6節基部黃色端部

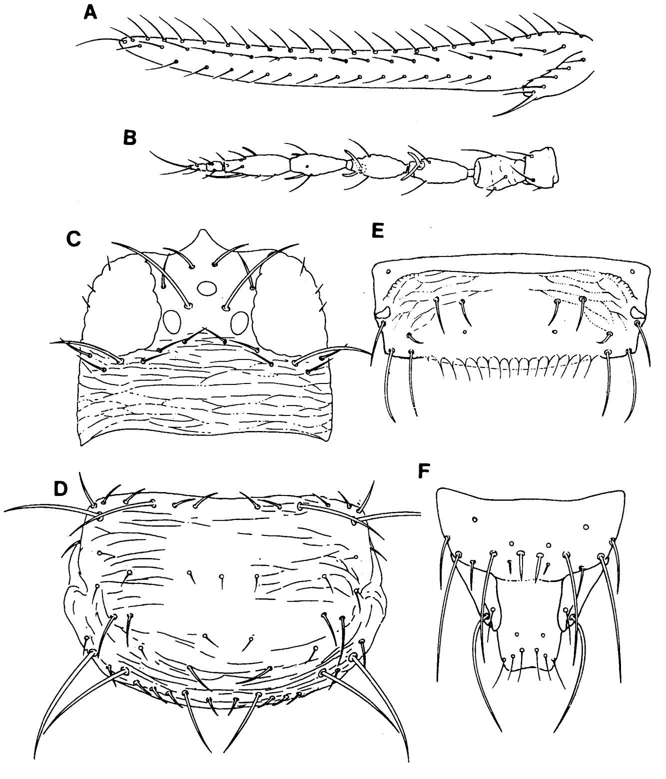



圖4. 玉米薊馬*Frankliniella williamsi* Hood (♀)：A. 前翅；B. 觸角；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第8節背板；(♂)：F. 腹部第9、10節背板。

**Fig. 4.** *Frankliniella williamsi* Hood .(♀): A. fore wing; B. antenna; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergite VIII; (♂) F. abdominal tergites IX, X.

褐色，第7、8節褐色。翅淡黃。足淡黃。

頭略寬於長，頰近乎平直，側面眼長短於頰，眼後有微弱橫紋。單眼間毛長，位於兩後單眼前方之單眼三角區內，複眼後毛6對，眼正下方1對最長。小顎鬚3節，下唇鬚2節。

前胸前緣有1對長毛，中央2對短毛，左右前緣角各1支長毛，左右後緣角各2支長毛，後緣5對毛，中央第2對最長。中胸內叉骨小，有刺，後胸內叉骨無刺。前翅脈毛長，深褐色，上下脈毛排列均勻，上脈18-21支，下脈12-15支，後緣纓波狀。後足脛節內側有一排8-9支刺，端距2支，跗節2節。

腹部第8背板後緣梳毛均勻完整；第10背板縱裂完全。第3-7腹板後緣有主剛毛3對，長而發達。

**雄蟲**顏色形狀與雌蟲相似，體形較小，長約0.9 mm。腹部第8背板後緣有稀疏但完整之梳毛；第9背板中央有2對粗短毛。

**分布**：台灣、美國、墨西哥、波多黎各、古巴、菲律賓、夏威夷。

**棲所植物**：在台灣曾於空心菜(*Ipomoea reptans*)、玉米(*Zea mays*)、一枝香(*Hgeratum conyzoides*)上採得。其它世界有記錄之棲所尚包括翠菊(*Callistephu chinensis*)、高粱(*Sorghum vulgare*)、稷(*Panicum purpurascens*)、雜草、*Asclepiast uberosa*。

**標本檢查**：30♀，台中，玉米，XI-1989；4♀1♂，農試所，玉米，IX-1990；1♂，農試所，玉米，IX-1990。

**附記**：本種爲玉米上最普遍之薊馬[3,4]，玉米自幼苗期起，全株之葉片均可能被害，幼苗期對葉片造成之爲害較明顯，植株中心部捲曲之新葉以及各葉片基部互相重疊之葉鞘間，因爲較有遮蔽性，最容易聚集大量薊馬；而已經充分展開之葉片也會被害，此時薊馬大多棲息於葉片背面。幼嫩葉片被害後產生不規則之灰白斑點及斑塊、皺縮等現象。至成株以後，如密度過高，其在穗部之爲害亦影響玉米之結果。

## 腹齒薊馬屬 Genus *Fulmekiola* Karny

*Fulmekiola* Karny, 1925 ： 18. 模式種： *Fulmekiola interrupta* Karny, 1925.

頭寬於長，單眼前毛位於前單眼外側兩旁，顯著長於單眼間毛，觸角7節，下顎鬚3節。前胸背板後緣角2對長毛，後緣中間3對毛。中、後胸內叉骨均無刺。前翅上脈毛中央間斷，端毛3支，後緣纓波狀。腹部第1-8背板與第2-7腹板後緣有齒。本屬僅1種。

### 蔗腹齒薊馬 *Fulmekiola serrata* (Kobus) (圖 5)

*Thrips serrata* Kobus, 1892.： 589, 590.

*Physothrips serratus* (Kobus); Karny, 1914 ： 369.

*Stenothrips minutus* Karny, 1915 ： 85.

*Fulmekiola interrata* Karny, 1925 ： 19, 55.

*Fulmekiola serrata* (Kobus); Priesner, 1938 ： 29.

*Baliothrips settatus* (Kobus); Bhatti, 1969 ： 375.

**雌蟲**製片後長1.2 mm，體褐色。觸角第1、2節褐色，第3、4節及第5節基部黃色，第5節端部及第6、7節褐色。前翅褐色基部較淡。各足跗節褐色，脛節黃色。

頭頂略向前突，單眼前毛1對，位於前單眼前方兩側靠近複眼處，長於單眼間毛。單眼間毛位於後單眼前方，單眼三角區之外。頰長於複眼，眼後毛數支不排成爲一列，頭後有多數橫紋。觸角7節，第3、4節有叉狀感覺錐。

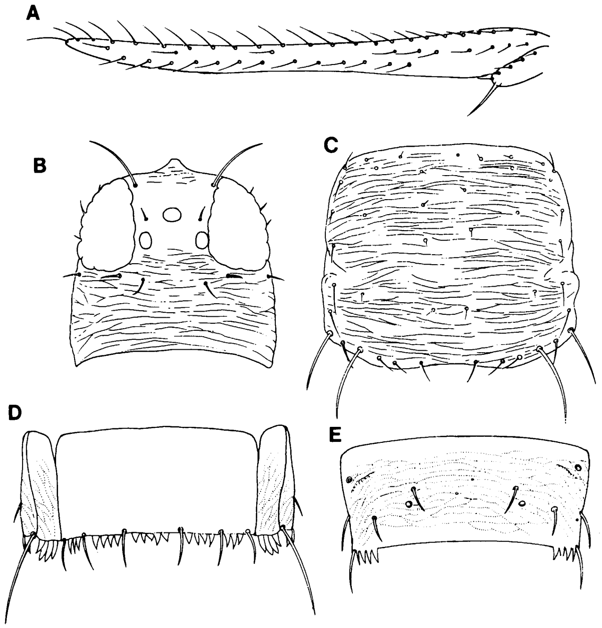



**圖** 5. 蔗腹齒薊馬 *Fulmekiola serrata* (Kobus) (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 腹部第6節腹板及側板；E. 腹部第6節背板。

**Fig. 5.** *Fulmekiola serrata* (Kobus) (♀): A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. abdominal sternite and pleurosternite VI; E. abdominal tergite VI.

前胸背板方形，前翅鱗瓣緣毛5支，上脈毛基部7-8支，端毛3支分開很遠，下脈毛13支，後緣纓波狀。

腹部第2-8側板後緣及背板兩側後緣有鋸齒，甚爲明顯；第5-8背板兩側有微毛梳；第8背板後緣無梳毛；第10背板完全縱裂。第2-6腹板後緣全部有鋸齒，兩側齒較長，中央齒短，成爲三角形；第7腹板僅兩側有鋸齒；第2-6腹板剛毛3對，著生於後緣。

**雄蟲**顏色形狀與雌蟲相似，惟腹部第3-8背板後緣具短刺狀剛毛，第3-7腹板各具1腺室。

**分佈**：台灣、中國大陸、日本、越南、巴基斯坦、孟加拉、馬來西亞、菲律賓、印尼、毛里西斯。

**棲所植物**：甘蔗(*Saccharum* sp.)、蘆葦(*Phragmites communis*)。

**標本檢查**：6♀，農試所，甘蔗，VIII-1989；1♀，桃園慈湖，蘆葦，V-1990；1♀，霧峰，甘蔗，IV-1991。

**附記**：在1940至1960年間，甘蔗是台灣主要作物，製糖外銷以賺取外匯。本種薊馬普遍存在全省甘蔗，嚴重性的被害局部發生在某些地區。蔗薊馬主要在甘蔗葉部食害，在西部沿海一帶，尤其是地力瘠薄，海風強勁地區，被害較嚴重。甘蔗心葉被害後，葉片呈現黃斑，葉尖捲曲，變爲暗紅色[1]。隨著甘蔗在本省經濟重要性的降低，蔗腹齒薊馬亦失去其重要性，本種亦曾於玉米上採得，並有雄蟲[3]，雄蟲之描述即依據該文獻。

## 短毛薊馬屬 Genus *Lefroyothrips* Priesner

*Lefroyothrips* Priesner, 1938：499. 模式種：*Taeniothrips (Lefroyothrips) lefroyi* (Bagnall, 1913).

眼後皺摺明顯，在頭後方形成明顯溝紋。單眼間毛短，後單眼下方各有2支眼後毛，此毛下方，靠近頸部之橫紋明顯。觸角8節，第3、4節端部成瓶頸狀。前胸小，左右後緣角各有2支長毛，其內後緣毛3對。前翅顏色濃淡交雜。雄蟲後足脛節內側生有10支刺；腹部第9背板有3對粗毛；腹板有腺室。世界約8種。

## 茶薊馬 *Lefroyothrips lefroyi* (Bagnall) (圖 6)
## Tea flower thrips

*Physothrips lefroyi* Bagnall, 1913 ： 292.

*Amblythrips lefroyi* (Bagnall); Bhatti, 1969b ： 374.

*Lefroyothrips lefroyi* (Bagnall); Ananthakrishnan, 1971 ： 124, 125, 134.

*Ceratothrips lefroyi* (Bagnall); Jacot-Guillarmod, 1974 ： 735.

**雌蟲**製片後體長1.5-2.0 mm。頭胸黃褐，腹部中央褐色，兩旁黃色，第2-8節有深褐色前緣脊，第9背板前1/3黃色。觸角第1節褐，第2節深褐，第3節基部與端部淡黃，餘淡褐，第4節基部一圈淡黃，餘深褐，第5節基部1/2淡黃，餘深褐，第6節深褐，第7、8節淡褐。前翅淡褐，頭有深褐斑3處，分別在亞基部、中央與亞端部。足黃。

頭長寬相等，眼後有多條橫紋，頰中央稍拱，側面有明顯之皺摺。單眼間毛位於前後單眼中心連線上，長度短於單眼直徑。後單眼下方有上下並列之眼後毛2支。小顎鬚3節。 觸角8節，第3、4節

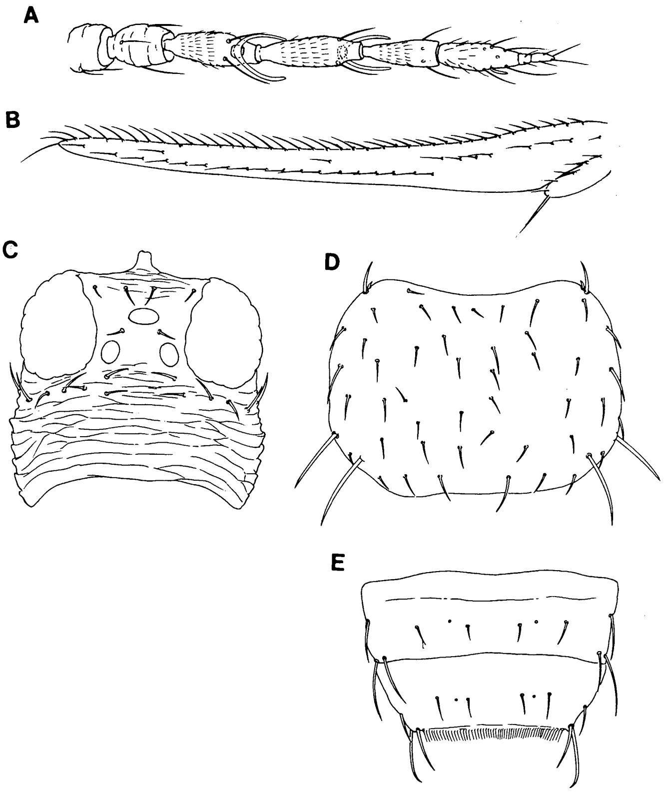



**圖**6. 茶薊馬 *Lefroyothrips lefroyi* (Bagnall) (♀)：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第7、8節背板。

**Fig. 6.** *Lefroyothrips lefroyi* (Bagnall) (♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VII, VIII.

末端窄，有叉狀感覺錐，第3、4節等長，第5、6節等長。

前胸左右後緣角各有2支長毛，其內後緣毛3對，中央1對稍長。前翅前緣毛40支以上，上脈基部7支，中央1支，端部2支，下脈14-17支。後足脛節有一排刺約12支，端刺較粗，跗節2節。

腹部第2-8背板中央平滑，兩側有橫紋；第8背板梳毛細密完整；第10背板除基部外均縱裂。腹板無附毛。

**雄蟲**與雌蟲相似但較細小，長1.5-1.6 mm。顏色較黃。觸角第1-5節淡黃，第4、5節端部1/3褐，第6-8節褐。第9背板有3對粗黑之矛狀毛，生於中央前方之1對最短，中央後方之1對最細。

**分布**：印度、印尼、台灣、中國大陸。

**棲所植物**：茶樹(*Thea sinensis*)。

**標本檢查**：13♀1♂，南投魚池，茶(花)，17-X-1991；1♀，東埔，豆科草，XI-1991；4♂，台北，茶，7-II-1992。

**附記**：本種爲茶樹害蟲，在茶園中發生普遍，開花期成蟲聚集於花部，或棲息於枝條嫩葉上。

## 豆薊馬屬 Genus *Megalurothrips* Bagnall
## (大薊馬屬)

*Megalurothrips* Bagnall, 1915：589. 模式種：*Megalurothrips typicus* Bagnall, 1915.

頭部兩頰平直，眼後不縮陷，單眼間毛1對甚長。觸角8節。前胸左右後緣角各有2支長毛。前翅下脈毛排列均勻，中央及端部褐色。腹部第8背板兩側近前角處有3-4列微小剛毛，本節後緣兩旁有梳毛，中央無。第9、10節甚長，第10節成尖錐狀。雄蟲腹部腹板無腺室。本屬薊馬大多以豆科植物爲寄主。

### 台灣豆薊馬屬各種之檢索表

1. 觸角第1、2節深褐色，第3、4節及第5節大部爲淡黃色；腹部第7腹板剛毛全部著生於後緣 ..... ........................................................檬果花薊馬 *M. typicus*

－觸角顏色一致或至多第3節顏色稍淡，其餘各節褐色；腹部第7腹板剛毛中央1對著生於後緣前方 2

2. 觸角各節均爲深褐色；體黑褐色，剛毛粗黑 ..............................端豆薊馬 *M. distalis*

－觸角顏色不一致，第3節顏色較淡，黃色或淡褐色 ....................................3

3. 觸角第3、4節粗圓，長寬比約各爲2.8/1 ............................豆花薊馬 *M. usitatus*

－觸角第3、4節較長，長寬比約各爲3.7/1 ..........................台灣豆薊馬 *M. formosae*

### 端豆薊馬 *Megalurothrips distalis* (Karny) (圖7)
### (端大薊馬)

*Taeniothrips distalis* Karny, 1913：122.

*Frankliniella vitata* Schmutz, 1913：1019, 1023.

*Taeniothrips vitata* (Schmutz); Karny, 1914：365.

*Physothrips brunneicornis* Bagnall, 1916：218.

*Taeniothrips brunneicornis* (Bagnall); Moulton. 1928：325.

*Taeniothrips morosus* Priesner, 1938：476, 511, 526.

*Taeniothrips ditissimus* Ananthakrishnan & Jagadish, 1966：250.

*Taeniothrips nigricornis* (Schmutz); Mound, 1968 ： 54, 59.
*Megalurothrips morosus* (Priesner); Bhatti, 1969 ： 242.
*Megalurothrips distalis* (Karny); Bhatti, 1969 ： 240.

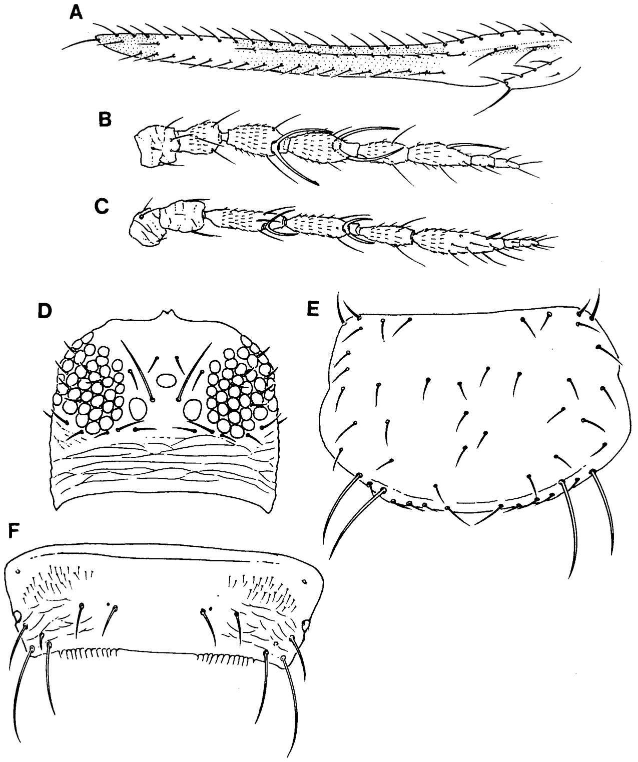



**圖** 7. 端豆薊馬 *Megalurothrips distalis* (Karny) (♀)： A. 前翅； B. 觸角(♀)； C. 觸角(♂)； D. 頭； E. 前胸背板； E. 腹部第8節背板。

**Fig. 7.** *Megalurothrips distalis* (Karny) (♀): A. fore wing; B. antenna (♀); C. antenna (♂); D. head; E. pronotum; E. abdominal tergite VIII.

**雌蟲**製片後體長約1.6-2.2 mm。體深褐色，腹部第1-8背板前緣脊深褐色。觸角各節均爲深褐色。前翅基部及亞端部淡色，中部及端部褐色。前足腿節褐色，脛節黃色，中後足腿節與脛節深褐色，各跗節黃色。

頭略寬於長，兩頰近乎平直。複眼後有數條橫紋。單眼前毛2對均短小，單眼間毛很長，位於單眼三角區中心連線之內，兩後單眼前緣連線之稍後方。後單眼正後方有短毛1對，複眼後有短毛4對。小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板略圓，有稀疏而模糊的橫紋。左右後緣角各有2支長毛，其內後緣毛4對，中央1對最長。中胸內叉骨有刺，後胸無刺。前翅前緣毛約30支，上脈毛在基部至中央有20支，呈等距離排列，在端部之深色區內2支，下脈毛約19支，排列均勻。後足脛節有一排刺約5-8支。

腹部第5-8背板兩側有數排微毛。第8背板後緣梳毛兩側有；中央無，第10節長寬約相等，背板部分縱裂。腹板無附毛，第7腹板中央1對毛著生於後緣之前。

**雄蟲**比雌蟲體小，色淡。觸角各節均為褐色，第3、4節狹長，第5節短，第6節粗長。前胸前緣毛及後緣中央毛比雌蟲長。腹部第9節中央1對矛狀毛，無腺室。

分布：台灣、日本、韓國、中國大陸、菲律賓、印度、斯里蘭卡、印尼、斐濟。

**棲所植物**：存在於許多植物之花上，尤其是豆科植物。在台灣曾於豌豆(*Pisum sativum*)、葛藤(*Pueraria lobata*)、鐵富豆(*Tephrosia* sp.)、菜豆(*Phaseolus vulgaris*)、大豆(*Glycine* sp.)、福木(*Garcinia spicata*)、雜草上採得。

**標本檢查**：6♀，農試所，豌豆花，II-1990；2♀，霧峰峰谷，豆科花，XI-1990；1♀，南投，豆科草，XI-1990；2♀1♂，墾丁，雜草，II-1991；1♀，墾丁，豆科，II-1991；1♀，墾丁社頂，葛藤，V-1991；1♀，南投坪林，葛藤，XI-1991；1♂，墾丁，福木，I-1993。

### 台灣豆薊馬 *Megalurothrips formosae* (Moulton)
### (豔豆薊馬、台灣大薊馬)

*Taeniothrips formosae* Moulton, 1928a：298, 325.

*Megalurothrips formosae* (Moulton); Bhatti, 1969a：241.

**雌蟲**製片後體長1.65 mm。體深褐色，腹部第1-8背板前緣脊黑褐色。觸角第1、2節深褐，第3節黃，第4節基部黃，端部褐，第5節基部稍淡，餘褐色，第6-8節深褐。翅褐色，基部1/5淡，亞端部稍淡。各足腿節深褐色，脛節黃色內、外緣深褐色，跗節黃色。

頭寬於長，於複眼處最寬，向後漸窄，兩頰近於平直，單眼前毛2對，單眼間毛長，位於前單眼後的3個單眼中心連線上，後單眼後方有1對小毛，複眼後有3對小毛。觸角8節，第3、4節長瓶狀，具叉狀感覺錐。

前胸背板左右後緣角各有2支長毛，後緣毛4對，最內1對較長。中胸內叉骨有刺，中、後胸腹板相連。前翅前緣毛23支，上脈基部至中央有毛16支，端部2支，下脈15支。

腹部第7腹板剛毛中央1對著生於後緣稍前方，第8背板後緣梳毛兩側微弱，中間無或極微小。腹板無附毛。

**雄蟲**體色近似雌蟲，但較小。觸角第1、2節深褐色，第3、4節和第5節基部黃色，第4節端部淡灰褐色，第5節端部和第6-8節深褐色。各足跗節黃色。前翅如雌蟲，亞端部顏色較淡。腹板無腺室。

**分布**：台灣、印尼。

**棲所植物**：刀豆(*Canavalia obtusifolia*)、關刀豆(*Canavlia ensiformis*)。

**附記**：本文係依據Moulton (1928)對本種之原文描述，模式標本在台灣發現，僅1隻雌蟲。*M. formosae* 之描述與 *M. typicus* 標本之特徵極為相近，根據Palmer (1987)對本屬數種觸角之描述及繪圖而製作該屬兩種之檢索區辨。

### 檬果花薊馬 *Megalurothrips typicus* Bagnall (圖 8)

*Megalurothrips typicus* Bagnall, 1915：590.

*Megalurothrips setipennis* Karny, 1925：32, 54.

*Taeniothrips varicornis* Moulton, 1928c：292.

*Taeniothrips centrispinosus* Priesner, 1938：474, 511, 525.

*Taeniothrips setipennis* (Karny); Priesner, 1938：510, 511, 526.

*Taeniothrips typicus* (Bagnall); Mound, 1968：54, 61.

**雌蟲**製片後體長約1.6-2.1 mm。體深褐色，頭胸桔褐色，腹部褐色，第1-8背板前緣脊深褐色。觸角第

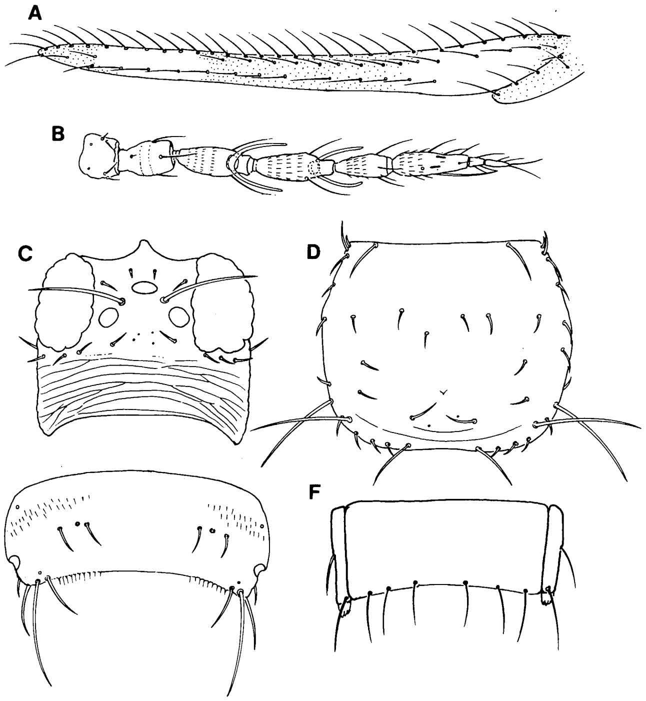



**圖8.** 檬果花薊馬 *Megalurothrips typicus* Bagnall. (♀): A. 前翅；B. 觸角；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第8節背板；F. 腹部第7節腹板。

**Fig. 8.** *Megalurothrips typicus* Bagnall. (♀): A. fore wing; B. antenna; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergite VIII; F. abdominal sternite VII.

1、2節深褐，第3、4節黃，第4節末端淡褐，第5節基部1/2至1/3黃，端部褐，第6-8節褐色。前翅基部及亞端部淡色，中部褐色，最末端稍褐。足深褐色，前足脛節黃色，各跗節黃色。

頭寬於長，短於前胸，兩頰近乎平直。複眼後有數條橫紋。單眼前毛2對均短小，單眼間毛很長，位於前後單眼間，三單眼中心連線上，後單眼正後方有短毛1對，複眼後有短毛3對。小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板略圓，有稀疏而微弱的橫紋，左右後緣角各有2支長毛，其內後緣毛4對，中央1對最長。中胸內叉骨有刺，後胸無刺。前翅前緣毛24-27支，上脈毛在基部至中央有13-15支，呈等距離排列，在端部之深色區內2支，下脈毛約14-17支，排列均匀。後足脛節有一排刺約5-8支。

腹部第5-8背板兩側有數排微毛，後緣兩側有梳毛，中央無。第10節長度約爲寬之2倍，背板部分縱裂。腹部第7腹板中央剛毛著生於後緣，腹板無附毛。

**雄蟲**稍小型，褐色。觸角第1、2節褐，第3、4節黃，第4節末端淡褐，第5節基部有一圈黃環，餘淡褐，第6-8節淡褐。腹部無腺室，第9腹板有1對矛狀毛。

**分布**：台灣、印度、馬來西亞、菲律賓、印尼、關島。

**棲所植物**：在台灣曾於葛藤(*Pueraria mintana*)、大花田菁(*Sesbaniagrandiflora*)、茶樹(*Thea sinensis*)、羊蹄甲(*Bauhinia pupurea*)、芒果(*Mangifera india*)上採得。其它世界記錄之棲所包括煙草、雜草、絲瓜(*Luffa cylindrica*)、白花鐵富豆(*Tephrosia candida*)、白姑蘇花(*Desmodium umbellatum*)、銀合歡

(*Leucaena glauca*)、*Pongamia glabra*、*angiferaindica*、*Persea* gratissima。

標本檢查：2♀，南投，羊蹄甲，XI-1990；8♀，南投，豆科草，XI-1990；5♀，墾丁社頂，葛藤，V-1991；3♀，墾丁，V-1991；1♀，南投坪林，龍眼，XI-1991。

## 豆花薊馬 *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) (圖 9)
## (普通豆薊馬、普通大薊馬)
## Bean flower thrips

*Physothrips usitatus* Bagnall, 1913：293.

*Frankliniella nigricornis* Schmutz, 1913：1018, 1020.

*Frankliniella obscuricornis* Schmutz, 1913：1019, 1022.

*Physothrips mjobergi* Karny, 1920：37.

*Taeniothrips longistylus* Karny, 1922：110.

*Odontothrips longistylus* (Karny); Priesner, 1926：122.

*Taeniothrips distalis* Karny; Takahashi, 1935：69, 70, 72.

*Megalurothrips usitatus* (Bagnall); Sakimura, 1972：192.

**雌蟲**製片後體長約1.4-1.6 mm。體褐色至深黑褐色，頭胸桔褐色，腹部褐色或淡褐色，第1-8背板前緣脊深褐色。觸角第1、2節深褐，第3節黃，第4-8節褐色。前翅最基部及亞端部淡色，中部及端部褐色。前足黃色，腿節外緣較暗，中後足腿節與脛節褐色，只脛節端部黃色，各跗節黃色。

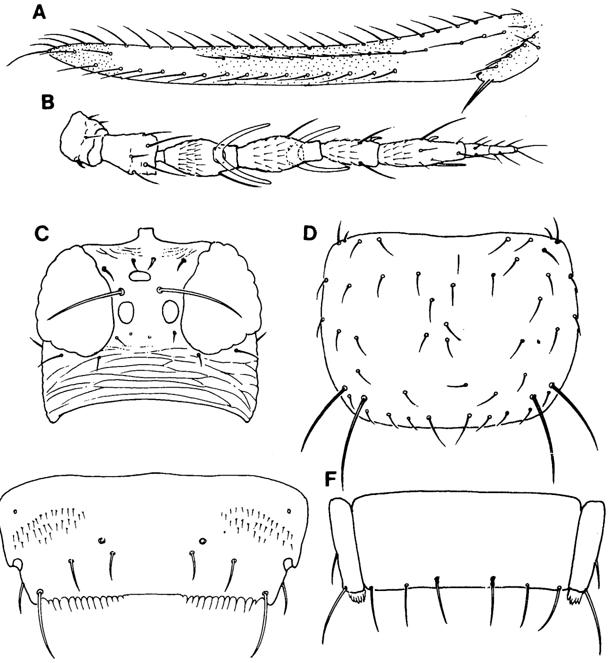



**圖9.** 豆花薊馬 *Megalurothrips usitatus* (Bagnall). (♀)：A. 前翅；B. 觸角；C.頭；D. 前胸背板；E. 腹部第8節背板；F. 腹部第7節腹板。

**Fig. 9.** *Megalurothrips usitatus* (Bagnall). (♀): A. fore wing; B. antenna; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergite VIII; F. abdominal sternite VII.

頭略寬於長，短於前胸，兩頰近乎平直，後頭部略微窄縮。複眼後有數條橫紋。單眼前毛2對均短小，單眼間毛很長，在前後單眼間，位於前單眼後外側3個單眼中心連線上，後單眼後有短毛1對，複眼後有短毛4對。小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸背板略圓，有稀疏而模糊的橫紋，後緣角各有2支長毛，其內後緣毛4對，中央1對最長。中胸內叉骨有刺，後胸無刺。前翅前緣毛21-26支，上脈毛在基部至中央有11-14支，呈等距離排列，在端部之深色區內2支，下脈毛約9-14支，排列不均勻。後足脛節有一排刺5-8支。

腹部第7腹板剛毛中央1對著生於後緣前方。第8背板後緣兩側有梳毛，中央無。第10節長寬約相等，背板部分縱裂。腹板無附毛。

**雄蟲**體色相似於雌蟲，但較小。觸角較雌蟲爲細，第1、2節深褐，第3節黃色，第4節基部黃色，第4節大部分及第5-8節褐色。腹部無腺室，第9背板有1對矛狀毛。

**分布**：台灣、澳洲、印度、斯里蘭卡、印尼、泰國、菲律賓、中國大陸、日本、新幾內亞、薩摩亞。

**棲所植物**：發現於多種植物花部，尤其是豆科植物。在台灣曾於菜豆(*Phaseolus vulgaris*)等多種豆類、福木(*Gercinia spicata*)、水黃皮(*Pongamia pinnata*)、花生(*Arachis hypogaea*)、玉米(*Zea mays*)、千日紅(*Gomphrena globosa*)、兔子菜(*Ixeris chinensis*)、絲瓜(*Luffa cylindrica*)、狐狸尾(*Setaria italica*)、葛藤(*Pueraria montana*)、鬼針草(*Bidens biternata*)、黃花羊蹄甲(*Bauhinia tomentosa*)、含羞草(*Mimosa pudica*)、長柄菊(*Tridax procumbens*)、金露花(*Duranta repens*)、鵝兒腸(*Stellaria aguatica*)、芝麻(*Sesamum orientale*)、雞屎藤(*Paederia scandens*)、苦瓜(*Momordica charantia*)上採得。

**標本檢查**：1♀，Sankaiseki，豆莢，II-1932 (coll. Sakimura)；2♀，Loochoo，豆，VI-1933 (coll. Sakimura)；3♀，農試所，花豆，XII-1987；4♀，農試所，菜豆，VI-1989；5♂，屏東九如，絲瓜，V-1987；2♀2♂，農試所，菜豆，VIII-1990。

**附記**：本種爲台灣豆科植物上甚爲普遍之薊馬，有時與端豆薊馬同時發生，但本種經常占多數。自1990年起在豆科植物上日益嚴重[6]，在高屏地區紅豆，綠豆之開花期大量增生，聚集於花苞內，影響結實。成、幼蟲於植株開花前即已存在於尚未展開的幼嫩葉片夾層中，或是已展開葉片的背面。薊馬的銼吸傷害使葉背呈褐色銹斑，蟲數多時甚至使葉片乾枯，被害的新葉難以展開，並導致芽尖萎縮伸展不良。至開花期蟲體就趨集於花器，成蟲匿居花瓣間，來往穿梭，吸食及產卵均在花器上形成傷害，孵出的幼蟲亦繼續在花間取食生長，以高密度存在時使花器受損，影響結莢率。花謝後蟲體繼續聚集於莢蒂處爲害，使豆莢表皮產生傷斑並脫色，甚至全莢褐變或畸形，對直接以豆莢爲商品的作物影響最大，而莢內豆粒亦可能在品質及量上有所減損[2]。

## 小頭薊馬屬 Genus *Microcephalothrips* Bagnall

*Microcephalothrips* Bagnall, 1926b：113.模式種：*Microcephalothrips (Thrips) abdominalis* (D. L. Crawford, 1910).

頭小。觸角7節。前胸背板左右後緣角各有2支稍長毛，前翅脈毛短小稀少。腹部第1-7背板後緣有齒突，末端不尖，第8背板後緣齒突之末端較尖。本屬只此1種。

### 菊花薊馬 *Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford) (圖10)
### (小頭薊馬、腹小頭薊馬)
### Composite thrips

*Thrips abdominalis* D. L. Crawford, 1910：157.

*Thrips femoralis* Jones, 1912.：4.

*Thrips crenatus* Watson, 1922：35.

*Thrips microcephalus* Priesner, 1923：116.

*Stylothrips brevipalpis* Ramakrishna, 1925：871.

*Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford); Bagnall, 1926b：114.

*Thrips (Ctenothripella) gillettei* Moulton, 1926：126.

*Paraphysopus burnsi* Girault, 1927：2.

*Microcephalothrips brevipalpis* (Karny); Patel & Patel, 1953：598, 606.

**雌蟲**製片後體長0.8-1.1 mm。體褐色。觸角褐色，第3節及第4節前半與第5節基部一圈較淡。前翅淡褐。足褐色，脛節末端及跗節較淡。

頭小，長寬約相等，單眼前毛1對，單眼間毛1對，位於前單眼後方，單眼三角區外。複眼後有橫紋。觸角7節，第3、4節有叉狀感覺錐。小顎鬚3節。

前胸後緣較前緣寬，左右後緣角各生有2支長毛，內緣有一排短毛，5對或6對者最普遍，少數4對。後胸背板有紋刻。前翅末端向前彎，前緣毛20-25支，脈毛短小，上脈基部6-8支，末端3支，下脈5-8支，排列愈向末端間距愈大。跗節2節。

腹部第1-8背板有橫紋，各節後緣有三角形之齒突，第8節梳毛完整，第10背板縱裂完全。腹板有附毛。

**雄蟲**有長翅型與短翅型，長翅型者比雌蟲體小而色淡，頭胸黃褐，腹部淡褐色。觸角第1、2節淡黃，不比第3節色深，其餘各節與雌蟲相同。腹板3-7節有小而圓形之腺室。短翅型者體褐色，觸角顏色與

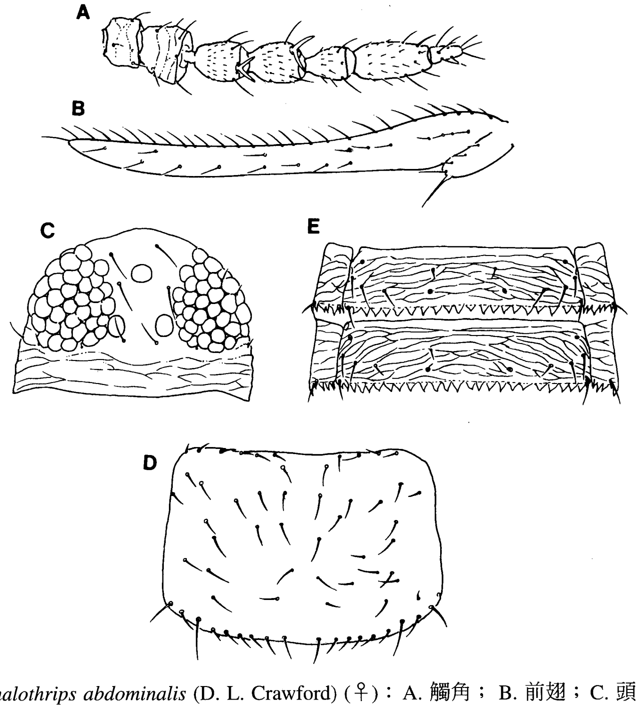



**圖10.** 菊花薊馬 *Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford) (♀)：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第5、6節背板。

**Fig. 10.** *Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford) (♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites V, VI.

雌蟲相同。翅退化，只餘翅芽。

**分布**：台灣。

**棲所植物**：鬼針草(*Bidens biternata*)、鋪地黍根系(*Panicum repens*)、巴拉草(*Brachiaria mutica*)、玫瑰(*Rosa hybrida*)、荔枝(*Litchi chinensis*)、一串紅(*Salvia splendens*)、菊科(*Compositae*)、大波斯菊(*Cosmos* sp.)、勝紅薊(*Ageratum*)、以及多種豆科植物。

**標本檢查**：3♀1♂(無翅)，墾丁南仁山，鬼針草，V-1991；1♀，農試所，玫瑰，XI-1990，2♂，霧峰舊正，荔枝，XII-1990；1♂(短翅)，霧峰省議會，使君子，VII-1990。

**附記**：本種薊馬在菊科植物之花部甚爲普遍，爲菊花害蟲，與花薊馬(*Thrips hawaiiensis*)、台灣花薊馬(*Frankliniella intonsa*)等常同時存在，因密度不高，重要性不及前兩種花薊馬。

## 雙毛薊馬屬 Genus *Mycterothrips* Trybom

*Mycterothrips* Trybom, 1910：158. 模式種：*Mycterothrips laticauda* Trybom, 1910.

頭部單眼前毛2對，單眼間毛長，著生於兩後單眼之間。觸角8節。前胸背板左右後緣角各有2支長毛，其內後緣毛2對。中胸有內叉骨刺，後胸有或無刺。前翅上脈端部毛2支，下脈毛排列均勻。腹部第2-7背板兩側有橫紋，其上可能有明顯微毛，兩側後緣有一排刺齒；第8背板後緣梳毛完整，腹板有或無附毛。雄蟲腹部無腺室，觸角第6節正常或稍長或特長而多毛。本屬世界約20種。

### 台灣雙毛薊馬屬各種之檢索表

1. 雌蟲腹部第4-6或第4-7腹板具有1對附毛；雄蟲觸角第6節多毛，長度約爲第3節之5倍 ........................................................................金雙毛薊馬 *M. auratus*

－雌蟲腹部腹板無附毛 ........................................................................2

2. 雌蟲腹部第2-7背板兩側橫紋上密生微毛 ........................................................3

－雌蟲腹部第2-7背板兩側橫紋無微毛，或僅有極稀少而不明顯之微毛 ..........................4

3. 雌蟲觸角第3、4節與第2及5-8節不同色；雄蟲觸角第6節長度約爲3節之1.4倍 ........................................................................豆雙毛薊馬 *M. glycines*

－雌蟲觸角第2-8節同色；雄蟲觸角第6節多毛，長度約爲第3節之4倍 .....灰斑雙毛薊馬 *M. ravidus*

4. 雌蟲腹部第6、7背板兩側後緣有刺狀梳毛；腹部愈向後方各節顏色愈深；雄蟲不詳 ........................................................................腹雙毛薊馬 *M. caudibrunneus*

－雌蟲腹部第6、7背板兩側後緣無梳毛或微毛；腹部各節顏色相近似；雄蟲觸角第6節比第3節短 ........................................................................雙毛薊馬 *M. araliae*

### 雙毛薊馬 *Mycterothrips araliae* Takahashi (圖 11)

*Taeniothrips araliae* Takahashi, 1936：434.

*Mycterothrips araliae* (Takahashi); Bhatti, 1978：185.

**雌蟲**製片後體長1.4 mm。體黃色，腹部顏色比頭胸淡，胸部及腹部兩側略爲桔黃。觸角爲異於頭胸腹之褐色，第1節淡黃白，第2及4-8節褐色，第3節褐但基部1/3及端部淡。第4節基部淡。前翅褐。足淡黃色。

頭寬於長，眼後有橫紋，前單眼前方及兩旁各有1對毛，後單眼間有一對長毛，後單眼後方各有一支毛，長於複眼後毛。小顎鬚3節。觸角8節，最長爲第3節與第4節，約等長，基部及端部均窄縮呈瓶狀，第3、4節具叉狀感覺錐。

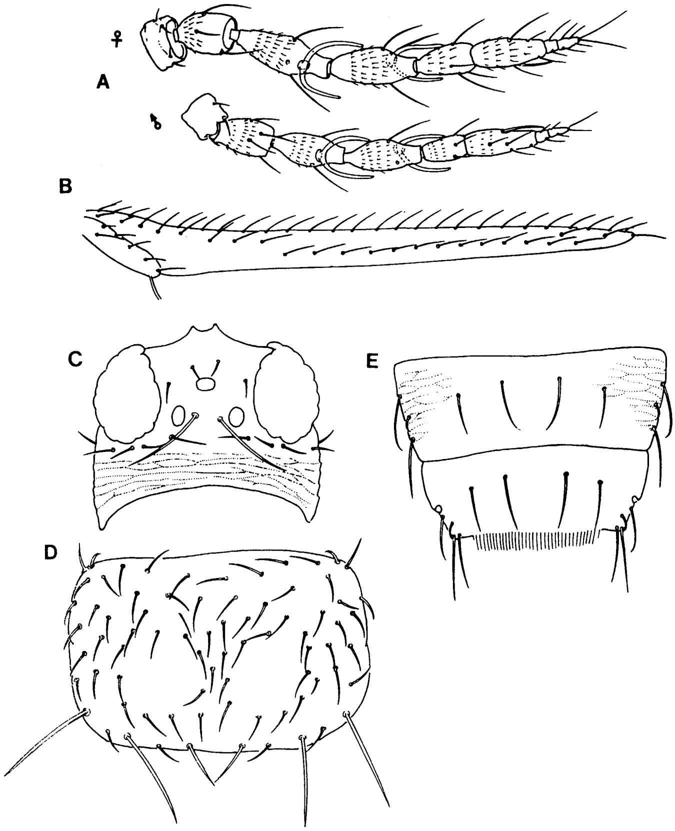



**圖11.** 雙毛薊馬 *Mycterothrips araliae* Takahashi ：A. 觸角(上♀下♂)；B. 前翅； C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第7、8節背板。

**Fig. 11.** *Mycterothrips araliae* Takahashi : A. antennae (upper ♀,lower ♂); B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VII, VIII.

前胸左右後緣角各有2支長毛，約等長，其內有2對後緣毛，內側者較長；背板毛56支(包括前緣毛8支)。中、後胸均具內叉骨刺。前翅上脈毛基部7或8支，端部2支，下脈13支，排列均勻。

腹部第1-8背板兩側有數排橫紋，並有褐色斑，斑上著生2對毛，愈後部數節之毛愈長，第8背板後緣梳毛完整。腹板無附毛。

**雄蟲**較雌蟲小，體色及剛毛特徵近於雌蟲。觸角第3、4節最長，約等長，第6節略短於此二節。腹部第9節端部有毛3對，中央一對較短。

**分佈**：台灣

**棲所植物**：裏白蔥木(*Aralia bipinnata*)之花部。

**標本檢查**： 1♀(holotype)1♂，台東，裏白蔥木， 6-V-1935 (Takahashi標本)。

## 金雙毛薊馬 *Mycterothrips auratus* Wang (圖 12)

*Mycterotyrips auratus* Wang, 1999 ： 232.

**雌蟲**製片後體長1.0-1.1 mm。頭胸黃褐色，腹部黃色。觸角第1節淡黃，第2、3節淡褐，以第2節較

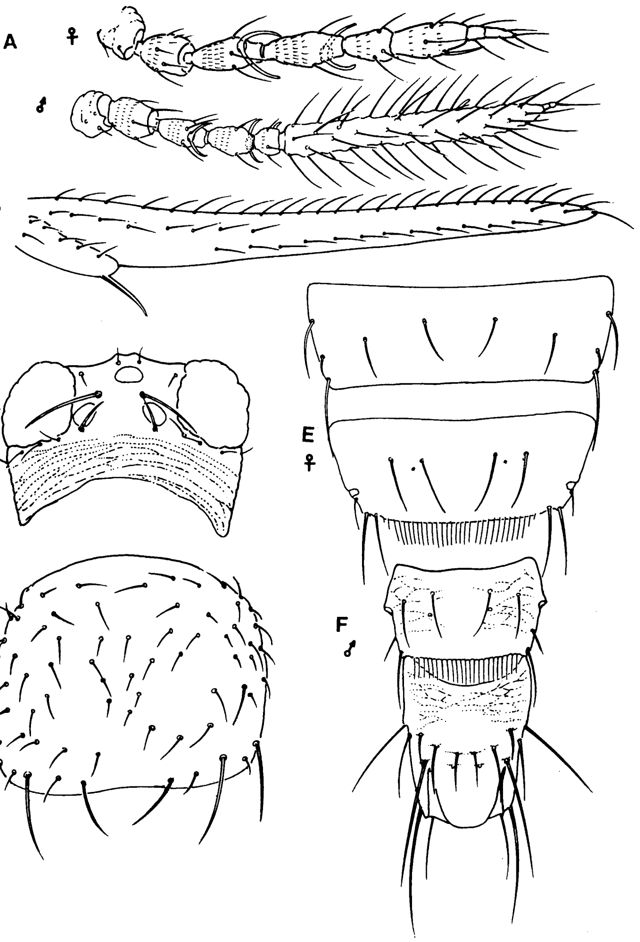



**圖12.** 金雙毛薊馬 *Mycterothrips auratus* Wang ：A. 觸角(上♀下♂)；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；(♀)：E. 腹部第7、8節背板；(♂)：F. 腹部第8-10節背板。

**Fig. 12.** *Mycterothrips auratus* Wang: A. antenna (upper ♀, lower ♂); B. fore wing; C. head; D. Pronotum; (♀): E. abdominal tergites VII, VIII; (♂): F. abdominal tergites VIII-X.

深，第4-8節褐色。前翅淡黃色。足淡黃色。

頭寬於長，眼後有橫紋，前單眼前方及兩旁各有1對毛，兩後單眼間有一對長毛，後單眼後方各有一支毛，長於其他複眼後毛。小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸左右後緣角各有2支長毛，約等長，其內有2對後緣毛，內側者較長；背板毛約28支。中、後胸均具內叉骨刺。前翅上脈毛基部7或8支，端部2支，下脈13-16支，排列均勻。

腹部第2-7背板兩側橫紋微弱；第8背板後緣梳毛完整。第4-6或4-7腹板有1對附毛。

**雄蟲**褐色，腹部窄細。觸角褐色，第1節稍淡，構造迥異於雌蟲，第5節短小呈碗狀，第6節特長而密生長毛，第7、8節短小。腹部第8背板後緣生有完整之細長梳毛，第9背板中央有3對長毛。腹部第4-7腹板有附毛。無腺室。

**分布**：台灣。

**標本檢查**：♀(holotype)，桃園慈湖，桑樹(*Morus* sp.)，7-V-1992；paratypes: 6♀3♂，同前。

## 褐腹雙毛薊馬 *Mycterothrips caudibrunneus* Wang (圖 13)

*Mycterothrips caudibrunneus* Wang, 1999：234.

**雌蟲**製片後體長 1.1 mm。頭胸黃色，腹部前半部淡灰褐色，愈向後各節顏色愈深。第6-10節呈褐色，觸角第1節淡褐，第2節褐，第3節及第4節基部淡褐，其餘各節褐色。前翅淡褐色。足淡黃色。

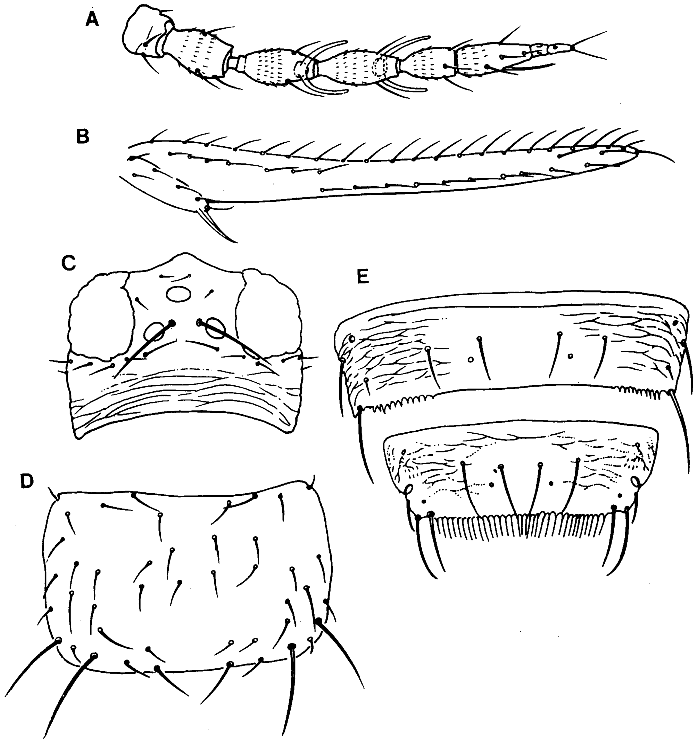



**圖13.** 褐腹雙毛薊馬 *Mycterothrips caudibrunneus* Wang (♀)：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第7、8節背板。

**Fig. 13.** *Mycterothrips caudibrunneus* Wang(♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VII, VIII.

頭寬於長，眼後有橫紋，前單眼前方及兩旁各有1對毛，兩後單眼間有一對長毛，後單眼後方各有一支毛，長於其他複眼後毛。小顎鬚3節。觸角8節，第3節末端不窄縮呈瓶狀，第3、4節具叉狀感覺錐。第3或4節約與第6節等長。

前胸左右後緣角各有2支長毛，約等長，其內有2對後緣毛，內側者較長；背板毛約48支。中、後胸均具內叉骨刺。前翅上脈毛基部7或8支，端部2支，下脈10-11支，排列均勻。

腹部第2-7背板兩側有橫紋，只在第7及第8節後方之橫紋上有稀少且微弱之微毛，第2-7背板兩側後緣一排微毛，愈向後愈發達，至第6、7節已呈底部粗之三角形；第8背板後緣梳毛完整；腹板無附毛。

**雄蟲**不詳。

**分布**：台灣。

**棲所植物**：五節芒(*Miscanthus* sp.)、山葡萄(*Ampelepaia* sp.)、雜草。
**標本檢查**：♀(holotype)，墾丁南仁山，五節芒，14-IV-1993；paratypes：1♀，同前，雜草；1♀，同前，山葡萄，3-IV-1991；1♀，台南關仔嶺，樹木，1-IV-1993。

## 豆雙毛薊馬 *Mycterothrips glycines* (Okamoto) (圖 14)

*Euthrips glycines* Okamoto, 1911：221.

*Physothrips glycines* (Okamoto); Karny, 1912：340.

*Taeniothrips (Physothrips) glycines* (Okamoto); Moulton, 1928a：326.

*Mycterothrips glycines* (Okamoto); Bhatti, 1969b：378.

**雌蟲**製片後體長1.6 mm。灰黃色，胸部及腹部兩側淡桔黃。觸角第1節透明黃色，第2節除端部外爲褐色，第3節黃色而中央較灰，第4-8節淡褐色，但第4節基部較淡。前翅褐色。足淡黃色。

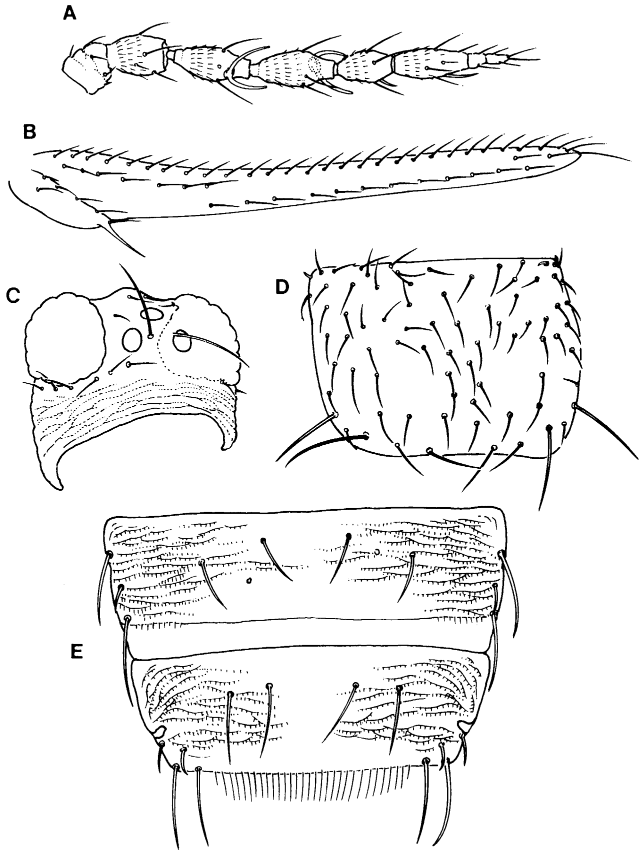



**圖14.** 豆雙毛薊馬 *Mycterothrips glycines* (Okamoto) (♀)：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第7、8節背板。

**Fig. 14.** *Mycterothrips glycines* (Okamoto) (♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VII, VIII.

頭寬於長，眼後有橫紋，前單眼前方及兩旁各有1對毛，後單眼間有一對長毛，後單眼後方各有一支毛，長於複眼後毛。小顎鬚3節。觸角8節，第3節瓶型，與第6節約等長，第4節略短於此2

節，第3、4節具叉狀感覺錐。

前胸左右後緣角各有2支長毛，約等長，其內有2對後緣毛，內側者較長，背板小毛約5-8支。中、後胸均具內叉骨刺。前翅前緣毛27-29支，上脈毛基部7或8支，端部2支，下脈12支，排列均勻。

腹部第2-8節背板兩側均有多排橫紋，其上微毛明顯，第8背板後緣梳毛完整。腹板無附毛。

**雄蟲**較小，觸角為頭長之3倍，第6節略有特化現象，最長，第3節僅為第6節之2/3。第1-3節淡黃至黃色，第5-8節深褐色。

**棲所植物**：豆科植物、大豆(*Glycine max*)、雜草。

**標本檢查**：1♀，墾丁，雜草，14-IV-1993；1♀，日本，大豆，11-X-1976，det. I. Kudo；1♂，日本，2-IX-1976，det. I. Kudo。

## 灰斑雙毛薊馬 *Mycterothrips ravidus* Wang (圖15)

*Mycterothrips ravidus* Wang, 1999：236.

**雌蟲**製片後體長1.4 mm。體灰褐色，胸部與腹部有不規則褐色斑，以腹部第2-7節兩側較明顯。觸角第1節淡褐，與頭同色，其餘各節褐色。前翅灰褐色。足灰褐色。

頭寬於長，眼後有橫紋，前單眼前方及兩旁各有1對毛，兩後單眼間有一對長毛，後單眼後方各有一支毛，長於其他複眼後毛。小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。

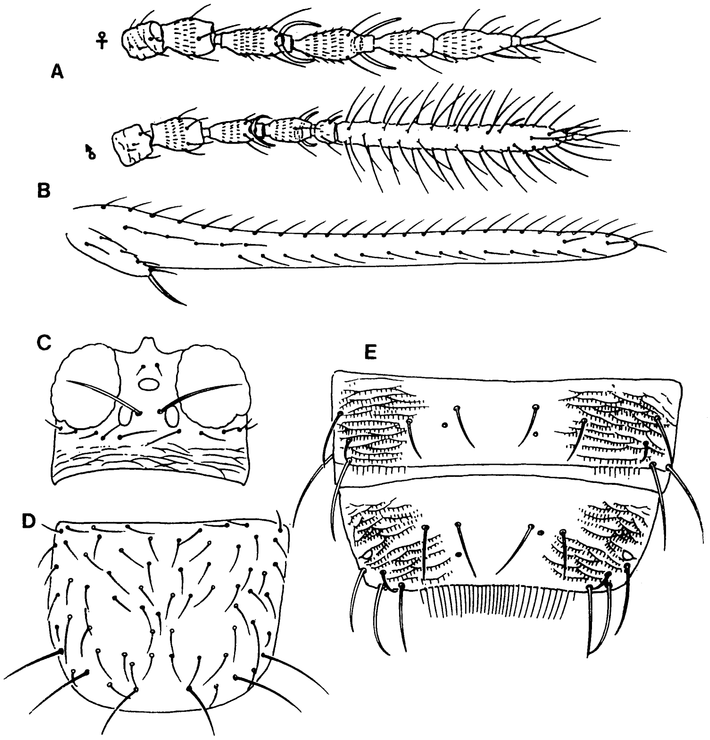



**圖15.** 灰斑雙毛薊馬 *Mycterothrips ravidus* Wang：A. 觸角(上♀下♂)；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第7、8節背板。

**Fig. 15.** *Mycterothrips ravidus* Wang: A. antenna (upper ♀, lower ♂); B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VII, VIII.

前胸左右後緣角各有2支長毛，約等長，其內有2對後緣毛，內側者較長；背板毛約46-48支。中、後胸均具內叉骨刺。前翅上脈毛基部7或8支，端部2支，下脈15-16支，排列均勻。

腹部第2-7背板兩側橫紋及微毛明顯；最後一排在兩側之後緣，第8背板後緣梳毛完整。腹板無附毛。

**雄蟲**灰褐色，腹部窄細。觸角褐色，構造迥異於雌蟲，第5節短小呈碗狀，第6節特長而密生長毛，第7、8節短小。腹部第8背板後緣生有完整之細長梳毛，第9背板中央有3對長毛。腹部第4-7腹板有附毛。

**分布**：台灣。

**棲所植物**：楓樹(*Liquidambar* sp.)、百香果(*Passiflora* sp.)、榕樹(*Ficus* sp.)、蕨類(*fern*)、桑樹(*Morus* sp.)、雜草。

**標本檢查**：1♀(holotype)，南勢溪，楓樹，V-1995；paratypes: 2♀2♂，霧峰南勢溪，楓樹，V-1995；4♀，霧峰南勢溪，雜草、百香果、木本，V-1995；5♂，新竹五峰，榕樹，5-V-1994；2♂，新竹五峰，蕨類，5-V-1994；1♀，新竹五峰，桑樹，5-V-1994。

## 引用文獻


1. 王卓三。1952。甘蔗薊馬之研究。台糖季刊 90-107。
2. 王清玲。1989。蔬菜薊馬。重要蔬菜害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第4號：70-94。
3. 陳連勝。1978。臺灣玉米薊馬種類及其分佈情形。科學發展月刊 6(6)：579-592。
4. 曾清田。1995。適時防治幼期超甜玉米薊馬之危害。豐年 45(3)：44-47。
5. 湯慶詮。1976。台灣綠蘆筍薊馬種類之調查。中華農研 25(1)：37-43.
6. 張念台。1992。台灣重要薊馬圖說。農委會印行。102頁。
7. Ananthakrishnan, T. N. and A. Jagadish. 1966. Coffee and tea infesting thrips from Animalais (S. India) with description of two new species of *Taeniothrips* Serville. Indian Journ. Ent. 28(2)：251-257.
8. Ananthakrishnan, T. N. 1971. Thrips in agriculture, horticulture and forestry-Diagnosis, bionomics and control. Journ. Sci. Industrial Research 30(3)：113-146.
9. Bagnall, R. S. 1911. Notes on some new and rare Thysanoptera. Journ. Econ. Biol. 6(1)：1-11.
10. Bagnall, R. S. 1913. Brief description of new Thysanoptera I. Ann. Mag. Nat. Hist. 12(8)：290-299.
11. Bagnall, R. S. 1915. Brief description of new Thasanoptera VI. Ann. Mag. Nat. Hist. 15(8)：588-597.
12. Bagnall, R. S. 1916. Brief description of new Thysanoptera VII. Ann. Mag. Nat. Hist. 17(8)：213-223.
13. Bagnall, R. S. 1919. Brief description of new Thysanoptera X. Ann. Mag. Nat. Hist. 9(4)：53-277.
14. Bagnall, R. S. 1926a. On some new Thysanoptera. Ent. Mon. Mag. 62 ：279-285.
15. Bagnall, R. S. 1926b. Brief description of new Thysanoptera XV. Ann. Mag. Nat. Hist. 18(9)：94-114.
16. Bhatti, J. S. 1969a. The taxonomic status of *Megalurothrips* Bagnall. Oriental Ins. 3(3)：239-244.
17. Bhatti, J. S. 1969b. Taxomic studies in some Thripini. Oriental Ins. 3(4)：373-382.
18. Bhatti, J. S. 1978. A preliminary revision of *Taeniothrips.* Oriental Ins. 12(2)：157-199.
19. Crawford, D. L. 1910. Thysanoptera of Mexico and the South II. Pomona Coll. Journ. Ent. 2(1)：153-170.
20. Girault, A. 1927. Some new wild animals from Queensland, 3 pp. (privately published).
21. Girault, A. 1928. Some new Hexapods stolen from authority, 4 pp. (privately published).
22. Hood, J. D. 1915. Descriptions of new American Thysanoptera. Insec. Inscit. Menstr. 3(1-4)：1-40.
23. Hood, J. D. 1936. *Frankliniella gossypiana*, a new name. Proc. Biol. Soc. Washington 49 ：67-68.
24. Jacot-Guillarmod, C. F. 1970-1975. Catalogue of the Thysanoptera of the World (parts 1-4). Ann. Cape Prov. Mus. (Nat. Hist.) , 1255 pp.
25. Jones, P. R. 1912. Some new California and Georgia Thysanoptera. Misc. Pap. U. S. Dep. Agr. Bur. Ent. (Tech. Ser.) 23(1)：1-24.

26. Karny, H. H. 1908. Uber die Veranderlichkeit systematisch wichtiger Merkmale, nebst Bemerkungen zu den Gattungen *Thrips* und *Euthrips*. Wiener Entomologische Zeitung 27(9-20)：273-280.

27. Karny, H. H. 1910. Neue Thysanopteren der Wiener Gegend. Mitt, naturwiss. Ver. Univ. Wien. 8(2)：41-57.

28. Karny, H. H. 1911. Uber thrips-gallen und fallen-thripse. Zentralbl. Bakt. arasit. Infektionkrank. (2)30(21-24)：556-572.

29. Karny, H. H. 1912. Revision der von Serville aufgestelltea Thysanoptera Genera. Zool. Ann. 4 ：322-344.

30. Karny, H. H. 1913. Beitrage zur Thysanopteren-fauna von Neu-Guinea and Neu-Britannien. Arch. Naturgesch. (A)79(2)：122-125.

31. Karny, H. H. 1914. Beitrage zur Kenntnis der Gallen von Java. Zeitschr. wiss. Insektenbiol. 10(10-12)：355-369.

32. Karny, H. H. 1915. Beitrage zur Kenntnis der Gallen von Java. Zeitschr. wiss. Insektenbiol. 11(3-4)：85-90.

33. Karny, H. H. 1920. Die neuen Australischen Thysanopteren der Mjoberg-ausbeute. Casopis Cesjkos Apolec Entomologicke 17 ：35-44.

34. Karny, H. H. 1922. Thysanoptera from Siam and Indo-China. Journ. Sia. Soci. 16(2)：91-153.

35. Karny, H. H. 1925. Die an tabak auf Java und Sumatra angetroffenen blasenfusser.Bull. Deli Proefst. Medan-Sumatra 23 ：3-55.

36. Kelly, R. and R. J. B. Mayne 1934. Monog. Ord. Thysanop. Australia, New South Wales. 81 pp.

37. Kobus, J. D. 1892. Blaaspooten (Thrips). Mededeelingen van het Proefstation bost-Java, Bijlage Archief voor de Java-Suiker-Industrie 43(1892)：154-590.

38. Morison, G. D. 1930. On a collection of Thysanoptera from South Australia. Bull. Ent. Res. 21(1)：9-14.

39. Moulton, D. 1926. New American Thysanoptera. Trans. Ame. Ent. Soc. 52 ：119-128.

40. Moulton, D. 1928a. The Thysanoptera of Japan ：new species, notes, and a list of all known Japanese species. Annotationes Zoologicae Japonenses 11(4)：287-337.

41. Moulton, D. 1928b. Thysanoptera of the Hawaiian Islands. Proc. Hawaiian Ent. Soc. (1927)7(1)：105-134.

42. Moulton, D. 1928c. New Thysanoptera from Formosa. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 18(98)：284-328.

43. Moulton, D. 1933. The Thysanoptera of South America (II). Rev. Ent. 3(1)：96-133.

44. Moulton, D. 1935. Two new species of Thysanopterain Aargentina and records of other species. An. Soc. Cien. Argentina 120(6)：254-257.

45. Moulton, D. 1936. New American Thysanoptera. Bull. Brooklyn Ent. Soc. 31(2)：61-65.

46. Moulton, D. 1940. Thysanoptera from New Guinea and New Britain. Occ. Pap. Bishop Mus. 15(24)：243-270.

47. Moulton, D. 1948. The genus *Frankliniella* Karny with keys for the determination of species. Rev. Ent. Rio de Janeiro 19(1-2)：55-114.

48. Mound, L. A. 1968. A review of R. S. Bagnall's Thysanoptera collection. Bull. British Mus. (nat. Hist.) Ent. 2 ：1-181.

49. Mound, L. A. 1996. The Thyasnoptera vector species of tospoviruses. Acta Hort. 431. 298-309.

50. Muller, O. F. 1776. Zoologiae Danicae Prodromus, seu Animalium Daniae et Norvegiae Indigenaarum. 274 pp.

51. Okamoto, H. 1911. *Euthrips glycines*, n. sp., die erste japanische art dieser gattung. Wiener. Ent. Zeitung. 30(8)：221-222.

52. Patel, N. G. and G. A. Patel, 1953. Host plants, distribution and abundance of thrips of Bombay state. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc. 51(3)：597-607.

53. Priesner, H. 1923a. A dampfs agypten-ausbeute ：Thysanoptera. Ent. Mitt. 12(1)：63-66.

54. Priesner, H. 1923b. A dampfs agypten-ausbeute ：Thysanoptera. Ent. Mitt. 12(2)：115-121.

55. Priesner, H. 1926. Die Jugendstadien der malayischen Thysanopteren. Treubia 8(suppl.)：1-264.

56. Priesner, H. 1932. Contributions towards a knowledge of the Thysanoptera of Egypt, VIII. Bull. Soc. Ent. d`Egypte 16(1-2)：45-54.

57. Priesner, H. 1938. Uber Einige haufige, aber bisher verkannte Thysanopteren. Sonder-Abdruck aus “Konowia”. 17(1)：24-28.

58. Ramakrishna Ayyr, T. V. 1925. An annotated list of the Thysanoptera from India and Ceylon. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc. 30 ：861-871.

59. Sakimura, K. 1972. Male of *Megalurothrips distalis* and changes in nomenclature. Kontyu 40(3)：188-193.

60. Schmutz, K. 1913. Zur kenntnis der Thysanopteren fauna von Ceylon. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien. (1)122(7)：991-1089.

61. Shiraki, T. 1912. The pests of cotton. Spl. Rept. Agr. Exp. Sta. Gvt. Gen. Formosa (Ins. Pest Cotton) Special rept. 5. 282 pp.

62. Takahashi, R. 1935. Economic aspects of the *Formosan thrips*. Journ. Soc. trop. Agr. (Formosa) 7 ： 67-78.

63. Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. Philipp. Journ. Sci. 60 ： 427-459.

64. Trybom, F. 1895. Iakttagleser om vissa Blasfotingars (Physapoders) upptradande I grasens blomstallningar jamte nagra drag ur slaktet phloeothrips utvecklingshistoria. 60. Entomologisk Tidskrift 16 ： 157-194.

65. Trybom, F. 1910. Physapoda. In Schultze, Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen and zentralen Sudafrika, (1903-1905). Denkschriften der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena 16 ： 147-174.

66. Uzel, H. 1895. Monog. Ord. Thysanop., Koniggratz ： 1-472.

67. Wang, C. L. 1999. The genus *Mycterothrips* Tryom (Thysanoptera ： Thripidae) from Taiwan. Chinese J. Entomol. 19 ： 229-238.

68. Watson, J. R. 1922. On a collection of Thysanoptera from Rabin County, Georgia. Florida Ent. 6(3) ： 34-39 & 47-48.

69. Watson, J. R. 1924. Synopsis and catalogue of the Thysanoptera of North America.. Tech. Bull. Univ. Florida Agr. Exp. Sta. (1923) 168 ： 1-100.

70. Williams, C. B. 1917. A new thrips damaging orchids in the west Indies. Bull. Ent. Res. 8(1) ： 59-61.

# Thysanoptera of Taiwan (5)[1]

Chin-Ling Wang[2]

## Summary

This is one of a series of papers to describing the thrips of Taiwan. Seven genera and 17 species of the family Thripidae are described, information includes morphological characteristics, plants on which it was collected, and world distribution.

**Key words**: Thysanoptera, Taiwan, Review.

---

1. Contribution No. 2028 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Senior Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

# 中華農業研究


## 第四十九卷　第二期

中華民國八十九年六月出版



發行人：林俊義

總編輯：陳炳輝

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
王強生　呂秀英　郭益全　陳一心
楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　施昭彰　徐信次　劉政道
歐錫坤

農化組：林木連（主審）
王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：張清安（主審）
安寶貞　林正忠　彭金騰　程永雄
蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝
陳健忠　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
黃禮棟　賴建州　蔡致榮

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 49, No.2 June. 2000

# JOURNAL
# OF
# AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER: Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF: Bing-Huei Chen

EDITORIAL BOARD:

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)
Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)
Chin-An Chang (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Pao-Jin Ann
Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen
Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng
Yung-Hsiung Cheng
Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo
Chyi-Chen Ho
Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng
Yih-Chuan Kuo
Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin
Tsung-Dao Liou
Dah-Jiang Lin
Huey-Ing Liu
Sin-Yie Liu
Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou
Jin-Tong Peng
Jau-Chang Shih
Wu-Hsiung Tsai
Hsin-Sheng Tsay
Jyh-Rong Tsay
Chan-Sen Wang
Chong-Ho Wang
Chin-Ling Wang
Der-Nung Wang
Chi-Guang Wu
Chwen-Ming Yang

Reviewers of related fields are invited from universities, and other research organizations.

統一編號
030853880023

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第一九八號
中華郵政中臺字第〇三〇九登記爲雜誌交寄

Vol. 49, No.2 June. 2000

# *JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA*

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Genetic Studies on the Brown Rice Characteristics in the Progenies Derived from the Hybrid and Backcross between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma et Shastry
··········Charng-Pei Li, Yih-Chuan Kuo and Shu-Tu Wu ··· 1

Development of Leafy Sweet Potato Variety Tainung 71
··········Yung-Chang Lai, Hain-Clen Lee and Yi-Sin Chen···14

Studies on Contents of Heavy Metal Elements from 17 Medicinal Plants
··········Sin-Yie Liu, Gean-Liang Zu, Yi-Kung Lin, Torng-Wu Chang and Jau-Yueh Wang···········28

A Demonstration of Outlier Detection on Stability Analysis of Crop Regional Trial
··········Hsiu-Ying Lu···36

Observation of Fruit Anatomy and Development of Bitter Gourd– II Development of Embryo, Seed and Fruit of Bitter Gourd
········Chang You-Ming, Ying-Hiey Cheng, Wha-Shin Hsu and Pung-Ling Huang···49

Field Distribution and Chemical Control of Two Species of Leafhoppers on Mango in Taiwan··········Hung-Chich Wen···61

Evaluation of Air-assisted Spraying System by Simulation
··········Jyh-Rong Tsay, Lien-Sheng Liang and Lung-Hu Lu···68

A Study on the Sunki Seeds and Flesh Separator
······Li-Duhng Huarng, Tyng-Horng Chou, Lien-Sheng Liang and Chih-Kai Yang···88

Thysanoptera of Taiwan(5)[1]··········Chin-Ling Wang···94

*Published by*
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,
COUNCIL OF AGRICULTURE
Taichung, Taiwan, Republic of China